Koronarangiographie in einem Krankenhaus mittlerer Größenordnung

INAUGURALDISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde der

HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT

DER UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

vorgelegt von

Peter Ende-Styra

Saarbrücken

1974

Aus der Röntgen- und Strahlenabteilung des
Städtischen Krankenhauses Siegburg
Chefarzt: Professor Dr. med. R. Schober

Koronarangiographie in einem Krankenhaus mittlerer Größenordnung

INAUGURALDISSERTATION
zur Erlangung der Doktorwürde der
HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

1974

vorgelegt von
Peter Ende-Styra
geb. am 22. 2. 1942 in Trautenau

Dekan: Professor Dr. med. G. A. Jutzler
Referenten: Professor Dr. med. R. Schober
Professor Dr. med. H. J. Schieffer

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Mündliche Prüfung: 17. 12. 1974

Inhaltsverzeichnis

I. Einleitung S. 1

II. Geschichtlicher Überblick und methodische Entwicklung S. 2

A. Übersichtskoronarographie

B. Semi-selektive Koronarographie

C. Selektive Koronarographie

III. Indikationen und Kontraindikationen S.19

IV. Technik und Ablauf bei eigenen Untersuchungen S.23

V. Informationswert und Darstellungsgrenzen S.30

VI. Koronarchirurgische Eingriffe S.76

VII. Komplikationen und Risiken S.84

VIII. Zusammenfassung S.102

IX. Literaturübersicht S.105

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547310_0067

I. Einleitung:

Die Häufigkeit und Bedeutung koranarbedingter Herzerkrankungen und ihre hohe Mortalität verlangte eine Methode, die von grösserem diagnostischen Aussagewert als die bisherigen Untersuchungsverfahren war. Diese verbesserte Methode konnte in der röntgenologischen Darstellung der Koronararterien mittels eines Kontrastmittels gefunden werden. Die Koronarangiographie ist deshalb seit über einem Jahrzehnt eine erfolgversprechende Methode und gegenwärtig das beste Untersuchungsverfahren, die bisher bestehende Lücke zwischen klinischer Symtomatologie und konservativer klinischer Diagnostik einerseits und dem morphologischen Befund andererseits gerade auf dem Gebiet der koronaren Durchblutungsstörungen schließen zu helfen. Unter Berücksichtigung der methodisch bedingten Leistungsbreite gelingt bei der Koronarangiographie nicht nur die Differenzierung der verschiedenen Typen der Koronarsklerose oder die Lokalisation von Stenosen und Verschlüssen sowie die Darstellung von Kollateralen und Anastomosen, sondern es ist auch möglich, die klinische Diagnostik der Koronaren Durchblutungsstörungen zu präzisieren, eine prognostische Beurteilung der Krankheitsbilder vorzunehmen und letztlich entsprechende therapeutische Maßnahmen, insbesondere sei dabei an die in den letzten Jahren sehr erfolgversprechenden koronarchirurgischen Eingriffe gedacht, abzuwägen.

II. Geschichtlicher Überblick und methodische Entwicklung:

A. Übersichtkoronarangiographie

Die ersten intravitalen Darstellungen der Koronargefäße gelangen während einer Aorto- und Laevocardiographie beim Tier 1933 durch ROUSTHÖI (76) sowie durch REBOUL und RACINE (73) und 1936 durch NUVOLI (63). ROUSTHÖI beabsichtigte mittels seiner Experimente, die er an Kaninchen und vereinzelt auch an Hunden durchführte, gezielt die Koronararterien röntgenologisch darzustellen. Die Kontrastmittelapplikation (hier Thorotrast) erfolgte entweder durch direkte Punktion des Bulbus aortae oder durch Sondierung desselben von einer peripheren Arterie aus. Im allgemeinen wurde der Bulbus aortae bei diesen Versuchen von der A.carotis comm.dextra aus mit einem Ureterenkatheter sondiert und die Spitze unmittelbar oberhalb der Aortenklappe plaziert. Bei diesen Untersuchungen konnte eine ganze Reihe kontrastkräftiger Darstellungen des thorakalen Gefäßsystems vor allen Dingen auch der Koranararterien erreicht werden. Das erste Koronarangiogramm beim Menschen erhielt 1945 RADNER (72). Dabei wurde am sitzenden Patienten nach vorausgegangener röntgenologischer Klärung der topographischen Verhältnisse der Aorta ascendens und Markierung der optimalen Injektionsrichtung mit einer Injektionskanüle transsternal in der Mittellinie des Manubrium sterni unter Röntgenkontrolle die Aorta ascendens punktiert; danach erfolgte die Injektion des Kontrastmittels (hier 20 - 30 ml Thorotrast) innerhalb kürzester Zeit unter gleichzeitiger Anfertigung einer Reihe von Röntgenaufnahmen. Diese Methode wurde in 5 Fällen durchgeführt. Dabei konnte durch die Lage der Injektionskanüle natürlich nur eine sehr schwache Kontrastierung der Koronararterien, zudem nur sicher in den proximalen Anteilen erreicht

werden. Komplikationen bei diesem Verfahren gab es in 2 Fällen. Einmal entstand durch die offene Verbindung der Sternalpunktionskanüle ein mäßiges Mediastinalemphysem, was aber nach wenigen Tagen folgenlos resorbiert war, und im anderen Fall kam es zu einer extravasculären Kontrastmittelinfiltration nach Perforation der Dorsalwand der Aorta mit anschliessender Ausbildung einer exsudativen Pericarditis.

Mit einer ähnlichen Methode gelang im Jahre 1948 MENESES Hoyos und GOMEZ DEL CAMPO (59) bei 4 Patienten die röntgenologische Darstellung der thorakalen Aorta, ihrer Hauptäste in diesem Bereich und vor allen der Koronararterien. Bei dieser Methode wurde am liegenden Patienten (bei 3 Patienten in Narkose, bei einem Patienten in Lokalanästhesie) mit einer 12-15 cm langen Injektionskanüle im 2. Interkostalraum links 2 cm lateral vom linken Sternalrand eingegangen und die Kanüle ca. 10 cm vorgeschoben. Danach zeigten rhythmische Pulsationen an, daß die Aorta erreicht war. Nach Passieren der Aortenwand pulssynchroner Blutaustritt und nach Anschluß eines 2-Wege-Hahnes Messung des Blutdruckes, der die korekte Lage der Kanüle anzeigte. Danach rasche Injektion (1 Sek) des Kontrastmittels (30 ml) und gleichzeitige Durchführung von Röntgenaufnahmen. Bei diesen Untersuchungen traten bei 2 Fällen leichte Komplikationen auf. Bei einem Patienten kam es zu einem Blutdruckabfall, der durch entsprechende Therapie rasch beseitigt werden konnte, und im zweiten Fall wurde ein schmaler Pneumothoraxspalt, der nach 2 Tagen resorbiert war, beobachtet. Bemerkenswerterweise sollte diese Methode nach Ansicht der Untersucher wegen der notwendigen Narkose nicht bei Patienten mit koronarer Herzerkrankung durchgeführt werden.

HELMSWORTH (35) (36) war 1950 der erste, der über einen Polyäthylenkatheter, der durch die A.carotis eingeführt wurde, die Koronargefäße zuerst an Hunden und dann auch beim Menschen darstellte. Er zog damals nach dem Tode zweier Patienten während dieser Untersuchungen den Schluß, daß die Methode mit einem zu großen Risiko behaftet sei und deshalb hauptsächlich der experimentellen Forschung vorbehalten bleiben sollte. Diese Methode wurde später dann aber doch bei einer großen Anzahl von Patienten mit gutem Erfolg angewendet. (37)

1952 wurde dann schon eine größere Zusammenfassung über nahezu 2.000 Patienten vorgelegt, bei denen Koronarangiogramme angefertigt worden waren (26).

Diese erste zusammenfassende Auswertung der häufig zufällig bei der Aortographie erzielten Koronarogramme wurde unter besonderer Berücksichtigung der Morphologie der extramuralen Koronararterien im Röntgenbild erstellt und war somit die erste ausführliche Beschreibung der Koronararterien beim lebenden Menschen.

Im Jahre 1959 beschrieben LEMMON, LEHMANN und BOYER (48) eine Methode der Koronarangiographie durch direkte Punktion der Aorta ascendens mittels einer Injektionskanüle via suprasternalen Zugang. Dabei wurde die Kanüle nach korrekter Lage im Aortalumen kurz bis oberhalb der Sinus Valsalvae-Ebene vorgeschoben und anschließend das Kontrastmittel injiziert. Diese Untersuchungsreihe wurde an 31 Patienten durchgeführt. An Komplikationen ergaben sich dabei ein Fall eines Pneumothorax nach dreimaligen frustranen Punktionsversuchen der Aorta und in 2 Fällen fanden sich für kurze Zeit geringe Kontrastmittel-

reste in der Aortenwand, wahrscheinlich aufgrund einer Laesion durch die Kanülenspitze. Einmals wurde zudem statt der Aorta die Pulmonalarterie punktiert.

Andere ernstere Komplikationen waren nicht zu verzeichnen, insbesondere kein Fall eines frischen Myocardinfarktes und keinerlei Anhalt für eine durch die Untersuchung bedingte cerebrale Störung. Zudem konnte bei dieser Untersuchungsserie eine gute Korrelation zwischen koronarangiographischem Befund und späterem chirurgischem Befund, da nahezu bei der Hälfte der Patienten die Koronarangiographie praeoperativ durchgeführt worden war, festgestellt werden.

Im gleichen Jahre beschrieben G. ARNULF und P. BUFFARD (2) die Arteriographie der Koronarien nach induziertem Herzstillstand mittels Azetylcholin. 1956 hatte der Zufall den Untersuchern diesen Weg gewiesen, nachdem bei Untersuchungen an Hunden infolge eines synkopalen Anfalles bei der Anaesthesie in dem Augenblick, in dem das Kontrastmittel durch einen Katheter in die Aorta ascendens injiziert wurde, ein Herzstillstand eintrat. Die während des Herzstillstandes durchgeführte Aufnahme zeigte in geradezu vorbildlicher Weise eine Kontrastdarstellung der aufsteigenden Aorta mit geschlossenen Klappen sowie der Koronararterien mit ihren sämtlichen Ästen; es war damit klar, daß nur der Herzstillstand eine so einwandfreie Darstellung der Herzkranzgefäße ermöglicht hatte, was später auch von anderen Untersuchern bestätigt wurde. (7)

Bevor die Untersuchungsmethoden auf den Menschen übertragen werden konnten, wurden natürlich umfangreiche Untersuchungsserien an Hunden in nahezu 300 Koronarangiographien durchge-

führt, um über die Bedingungen des Herzstillstandes unter Azetylcholin, ihre Unschädlichkeit am normalen und schlecht durchbluteten Herzen Klarheit zu gewinnen, ihre Kontrollmöglichkeit unter Atropin sicherzustellen und somit ihre praktische Verwendbarkeit für die Koronarographie zu beweisen. In den Tierversuchen erfolgte die Applikation des Kontrastmittels möglichst dicht an den Koronarabgängen wahlweise über eine Injektionskanüle nach erfolgter Punktion des Aortenbogens oder mittels eines Katheters, der von der A.carotis aus eingeführt wurde. Bei diesen Tierversuchen kam es zu Beginn der Untersuchungsserien zu 2 tödlichen Zwischenfällen. Die Autopsie zeigte beide Male, daß das Ende des Katheters, der über die Carotis eingeführt wurde, in die rechte Koronararterie eingedrungen war und dadurch obturierend gewirkt hatte. Bei diesen Untersuchungen stellte sich heraus, daß eine bestimmte Acetylcholindosis einen Herzstillstand von bestimmter Dauer zur Folge hat. Diese Tatsache gestattete es, eine Dosis zu wählen, die eine gute Kontrastmitteldarstellung der Koronarien ermöglichte; beim Hund genügte praktisch ein Herzstillstand von 6-8 Sekunden für eine exakte Darstellung der Koronararterien. Weiterhin wurde festgestellt, daß nur nach rascher Injektion des Acetylcholins in die Blutbahnen ein Herzstillstand auftrat, da das Acetylcholin sehr schnell im Blut zerfällt; außerdem ist die Wirkung auch abhängig vom Injektionsort; nach Injektion in die Saphena des Hundes trat der Herzstillstand nach 8-14 Sekunden auf. Erfolgt die Injektion mittels einer Kanüle oder eines Katheters direkt in die Aorta ascendens, tritt die Wirkung sofort ein. Darüberhinaus war dieser induzierte Herzstillstand jederzeit sofort durch Atropin, das nach Ansicht der Autoren ein perfektes Antidot darstellte, zu beheben. Neben noch weitergehenden ausführlichen

Untersuchungen dieser Serie wurde auch die Toleranz des ischaemischen Herzens wie es ja das Herz eines Koronargeschädigten darstellt, dadurch geprüft, daß vergleichende Untersuchungen an Tieren mit normalen und mit unterbundenen Koronarien durchgeführt wurden. Aufgrund der dabei gewonnenen Erkenntnisse vertraten die Untersucher die Meinung, daß auch ein schlecht durchblutetes Herz den durch Acetylcholin hervorgerufenen Herzstillstand gut tolerieren müsse.

Nach diesen sehr umfangreichen tierexperimentellen Untersuchungen wurde die Methode auch beim Menschen angewendet. Die Koronarographie erfolgte in Narkose und unter trachealer Intubation wegen evtl. zu erwartender Nebenerscheinungen des Acetylcholins wie Hustenanfälle, die durch einen Bronchospasmus erklärt wurden, Beklemmungsgefühle und Übelkeit. Die Kontrastmittelinjektion (20 - 40 ml) erfolgte über eine 15 cm lange Punktionskanüle, die links supraklavikulär in den Aortenbogen vorgeschoben wurde. Bei dieser Untersuchungsreihe wurde eine stumpfe Nadel mit einem spitzen Trokard, der nach erfolgreicher Punktion der Aorta und korrekter Lage der Kanüle entfernt wurde, verwendet. Danach war es möglich, die stumpfe Nadel sehr dicht an die Koronarostien heranzubringen. Daraufhin erfolgte die Injektion des Acetylcholins und in dem Moment, in dem man im EKG den Herzstillstand ablas, die Injektion des Kontrastmittels unter gleichzeitiger seriographischer Röntgenaufnahmetechnik. Bei der verabreichten Dosis von Acetylcholin betrug der Herzstillstand nie länger als 12 Sekunden. Bei einem Normalpatienten von etwa 70 kg Körpergewicht setzte der Herzschlag nach etwa 10 Sekunden wieder ein. Bereits die erste einsetzende Systole war voll wirksam, dann sie beförderte, wie man in der Arteriographie sehen konnte, das Kontrastmittel in

die absteigende Brustaorta, so daß die Herzkranzgefäße auf den Aufnahmen nach dieser ersten Systole nicht mehr sichtbar waren. Nach Ansicht der Untersucher sei in den Tierversuchen klar herausgekommen, daß ein derartiger Herzstillstand wegen seiner kurzen Dauer ohne jeden Einfluß auf die cerebrale Blutversorgung sei.

Mit Hilfe dieser Methode wurden eine ganze Reihe von Koronarographien beim Menschen mit guten Ergebnissen und ohne wesentliche Komplikationen durchgeführt; nur in einem von 24 beschriebenen Fällen war die Gabe von Atropin notwendig, da sich das Wiedereinsetzen der Herzaktion etwas verzögerte.

Seit Veröffentlichung dieser Arbeit ist die Methode verschiedentlich abgewandelt worden (86) einmal dadurch, daß Acetylcholin direkt durch die Kanüle oder den Katheter injiziert wurde, man somit eine geringere Dosis an Acetylcholin benötigte und der Herzstillstand sofort eintrat.(23) Ein anderes Mal dadurch, daß nach dem mittels Acetylcholin hervorgerufenen Herzstillstand, Atropin zusammen mit dem Kontrastmittel injiziert wurde, um den Herzrhythmus wieder herzustellen. Auch Herzschrittmacher sind später vorübergehend benutzt worden, um diesen pharmakologischen Herzstillstand zu unterbrechen. (7)

Nahezu in die gleiche Zeit fielen die Untersuchungen von DOTTER, FRISCHE et al. (14), (15), (67) über die Koronarangiographie unter induziertem Herzstillstand mittels Acetylcholin und gleichzeitiger Aortenblockade mittels eines Ballonkatheters. Die komplette Abblockung der Aorta führte in den Tierversuchen zu einer erheblichen Drucksteigerung des linken Ventrikels; das ausgeworfene Blut konnte nur noch über die Koronararterien abfließen, und es ließ sich damit eine verbesserte Kontrast-

darstellung dieser Gefäße erreichen.

Bei dieser Untersuchungstechnik wurde in Vollnarkose ein doppellumiger Ballonkatheter (sog. Dotter-Lukas-Katheter) nach chirurgischer Freilegung über die rechte A.brachialis eingeführt und bis kurz oberhalb der Aortenklappe vorgeschoben. Nach Prüfung der korrekten Lage des Katheters erfolgte die Injektion von 5 mg Acetylcholin durch das eine Lumen und nach prompt einsetzendem Herzstillstand das Aufblasen des Ballons mittels rascher Insufflation von 30-40 ml CO_2 durch das zweite Lumen des Katheters. Sofort nach Entfaltung des Ballons wurde unter gleichzeitiger Röntgenaufnahme mittels eines Seriographen die erforderliche Menge des Kontrastmittels rasch in den nun durch die Blockade isolierten Abschnitt der proximalen Aorta injiziert.

Auch in diesem Falle waren vor Anwendung dieser Technik beim Menschen ausführliche Tierversuche mit ca. 1.000 kompletten Aortenblockaden meistens ohne gleichzeitigen pharmakologisch induzierten Herzstillstand vorausgegangen. Zusätzlich waren alle üblichen damals im Handel befindlichen Kontrastmittel auf ihre Kardiotoxität für diese Untersuchungsmethode an Tieren erprobt worden. Obwohl in den Tierversuchen keine schwerwiegenden Komplikationen zu verzeichnen waren, es wurden dabei auch 14 Hunde mit einer unterbundenen Koronararterie untersucht, kam es später dann bei einem Patienten nach zweimaliger Acetylcholininjektion zu einem irreversiblen Kammerflimmern und anschließendem Exitus.

Die Untersucher führten diese Komplikation darauf zurück, daß der Patient zum Zeitpunkt der Untersuchung voll digitalisiert war und die Kombination von Digitalis und Acetylcholin eine

vermehrte Neigung zur Bildung von ventrikulären Arrhythmien hervorrufe. In solchen Fällen sollte man nach Ansicht der Autoren auf eine andere Technik der Koronarangiographie nämlich die Methode der intrabronchialen Drucksteigerung (auf 40-50 cm H_2O) und konsekutiven systolischen Aortendrucksenkung auf 100-80 mmHg in Narkose, die erstmals von BOEREMA und BLICKMAN im Jahre 1955 beschrieben und später auch von anderen Untersuchern angewendet wurde, ausweichen. (10), (60), (16), (23), (38), (62)

Als weiterer Nachteil wurde seinerzeit die Tatsache angesehen, daß der mit einer Gummimanschette versehene Doppellumenkatheter wegen seines relativ großen Kalibers nur von peripheren Arterien von der Größe der A.carotis, brachialis oder femoralis eingeführt werden konnte und eine chirurgische Versorgung (Arteriennaht) erforderlich machte.

Unter die gleichen Methoden der Koronarographie, bei denen die Kontrastmittelinjektion nach Verminderung des Herzschlagvolumens erfolgt, fallen folgende Verfahren, wie Blockade des venösen Blutstromes zum Herzen (91), die Ausführung eines Valsalvaschen Pressversuches (37), (61), (88) und eine durch Schrittmacher induzierte systolische Blutdrucksenkung (8).

Alle diese Modifikationen der sog. Übersichtkoronarographie wie der azetylcholininduzierte Herzstillstand, eine medikamentös induzierte Bradycardie in Narkose oder nach Verringerung des Herzschlagvolumens bei gleichzeitiger Senkung des Blutdruckes z.B. durch intrabronchiale Drucksteigerung auf Werte von 40-50 cm H_2O in Narkose oder nach Ausübung des Valsalvaschen Pressversuches, die passagere Aortenblockade mit Ballonkatheter ohne oder bei pharmakologisch induzierter Asysto-

lie sowie die Sperrung des venösen Blutstromes zum Herzen, stellen drastische Methoden unter zum Teil höchst unphysiologischen Herz-Kreislaufbedingungen zur Verbesserung der angiographischen Diagnostik dar.

Weitere Versuche zur Verbesserung der Kontrastmitteldarstellung der Koronararterien bestanden in Methoden wie herzphasengesteuerter Kontrastmittelinjektion in den Bulbus aortae, (74) (23), (33), (71) und Kontrastmittelinjektionen in den Bulbus aortae nach vorheriger pharmakologischer Koronardilatation (sog. Pharmakokoronarographie) (27), (24), (96), (88), (87).

Hierbei ist auch noch das Verfahren der sog. Doppelkontrastkoronarographie zu erwähnen, das mittels Injektion eines Gemisches von CO_2 und Kontrastmittel während einer Acetylcholin induzierten Asystolie, die mittels Herzschrittmacher wieder beendet wurde, oder während einer intrabronchialen Drucksteigerung durchgeführt wurde. (7)

B. Semi-selektive Koronarangiographie

Einen entscheidenden Wendepunkt für die verbesserte röntgenologische Kontrastdarstellung der Koronararterien mit weitgehend erhaltenen Herz- und Kreislaufverhältnissen brachte die Entwicklung von Spezialkathetern, die 1960 von BELLMANN et al. (94) und 1962 von PAULIN (64), (65) entwickelt und beschrieben wurden.

Diese Spezialkatheter hatten die Aufgabe, durch Richtung des Kontrastmittelstrahles auf die Aorteninnenwand und die ständige Berieselung der Koronarostelen während der Kontrastmittelinjektion eine optimale Füllung der Koronarien mit Kontrastmittel

und damit auch eine verbesserte Darstellung dieser Gefäße zu erreichen. BELLMANN et al. (94) erreichten es durch eine ringförmige Umbiegung der Katheterspitze mit außen angebrachten Seitenlöchern sog. "loop-end" bei Katheterspitzenlage im Bulbus aortae, PAULIN durch Entwicklung eines Doppelringkatheters mit mehreren Seitenlöchern. Der Vorteil dieses Doppelringkatheters liegt in seiner Anpassung an die verschiedenen Aortendurchmesser und an die unterschiedlichen Koronararterienabgänge, da durch die Katheterspirale eine bandförmige Aorteninnenfläche von ca. 2 cm Breite gleichmäßig mit Kontrastmittel berieselt wird und bei korrekter Lage des Katheters im Bulbus aortae mit größter Wahrscheinlichkeit beide Koronararterien mit Kontrastmittel angereichertem Blut gefüllt werden.

Bei der von PAULIN entwickelten Methode (65) wird in Lokalanästhesie der Doppelringkatheter perkutan von der A.fermoralis aus bis zum Arcus aortae vorgeschoben. Nach Zurückziehen des Führungsdrahtes biegt sich die Katheterspitze doppelringförmig um. Diese wird dann unter Fernsehdurchleuchtung im Bulbus aortae in Höhe der Koronararostien plaziert. Nach Aortendruckmessung wird der Patient auf die linke Seite gelagert und es erfolgt dann die Druckinjektion des Kontrastmittels. In die gleiche Rubrik der Spezialkatheter fällt der 1964 von HETTLER (34) entwickelte Koronarstrahlkatheter, der im sog. Verfahren der "semiselektiven, bilateralen Koronarographie" durch eine spezielle dem Aortenbulbus angepaßte Form und Anordnung der Seitenlöcher eine isolierte Füllung des rechten und des linken Sinus Valsalvae, wobei das Kontrastmittel direkt in die Ostien beider Koronarterien hineingespritzt wird, eine optimale Darstellung der Herzkranzgefäße begünstigen soll-

te. Vorteil dieser Methode war die Verringerung der allgemeinen Kontrastmittelmenge, nicht aber eine Risikoherabsetzung für das Myocard, da der prozentuale Kontrastmittelanteil für die Koronarien entsprechend höher liegt als bei den anderen Methoden.

Eine weitere Variationsmöglichkeit der Übersichtskoronarographie wurde 1965 von GREMMEL (25) mittels gleichzeitiger Kontrastmittelinjektion durch zwei entständig geöffnete Katheter beschrieben. Unter der Vorstellung, daß nur eine möglichst hohe Kontrastmittelkonzentration im Blut an der Injektionsstelle in unmittelbarer Nähe der Koronarostien über den Erfolg bei der Übersichtskoronarographie entscheidet, legten die Untersucher zwecks Erzielung eines höheren Kontrastmittelspiegels zwei Katheter mit ihren Spitzen in den Bulbus Aortae und injizierten durch beide Katheter je 25 - 30 ml des Kontrastmittels mit Injektionsgeräten. Zur weiteren Verbesserung der Angiographiebefunde wurden zusätzliche noch unterstützende Maßnahmen wie Senkung des Blutdruckes, künstlicher Atemstillstand bei maximaler Ausdehnung der Lungen in Intubationsnarkose und Kompression beider Karotiden während und kurz nach Injektion des Kontrastmittels empfohlen. Als Punktionsstellen zum Einführen der Katheter bieten sich vor allem die Aa. femorales und die Aa. axillares an. Als ausgesprochener Nachteil im Sinne einer deutlichen Risikosteigerung ist die hierbei notwendige doppelseitige Arterienpunktion anzusehen.

C. Selektive Koronarangiographie:

Die vorher geschilderten Verfahren der Semi-selektiven Koronarangiographie mußten aber besonders vom heutigen Standpunkt

aus bereits als überholt angesehen werden, noch ehe sie als routinemäßig anwendbare Verfahren publiziert werden konnten, als im Jahre 1959 SONES, SHIREY et al. (83) in Cleveland mit der Entwicklung der "Cine Coronary Arteriography" einer Methode der selektiven Darstellung der einzelnen Koronararterien der entscheidende Fortschritt gelang. Durch konsequente Entwicklung dieser Untersuchungsmethoden und natürlich auch einem damit verbundenen Fortschreiten der Röntgentechnik konnten sie nachweisen, daß die Koronarostien beim Menschen sondiert, Kontrastmittel selektiv injiziert und mittels Kinematographie röntgenologische Darstellungen der Herzkranzgefäße von hoher Qualität und großem diagnostischen Aussagewert gewonnen werden konnten.

Die anfänglich von den Autoren praktizierte Methode unterschied sich von dem später in tausenden Fällen geübten Verfahren darin, daß bei den ersten Untersuchungen die Katheterspitze in beiden Sinus valsalvae in unmittelbarer Nähe der Koronarostien plaziert und dann 20-30 ml eines Kontrastmittels (Hypaque 90%) unter gleichzeitiger röntgenkinematographischer Aufnahmetechnik injiziert wurde. Etwas später war dann durch Entwicklung eines Spezialkatheters, dessen Spitze ausgezogen gestaltet und der mit mehreren Seitenlöchern nahe dem Endloch versehen war, die direkte Plazierung der Katheterspitze im Koronarostium möglich. (84). Die Untersuchung erfolgt im allgemeinen unter Lokalanaesthesie am leicht sedierten Patienten. Unbedingt notwendig ist dabei eine fortlaufende EKG-Überwachung, fortlaufende Aortendruckmessung über den Katheter, ausgenommen natürlich während der Zeit der Kontrastmittelinjektion, und die Möglichkeit einer sofortigen Defibrillation mittels Defibrillator; personell sollte ein gut eingespieltes,

mit der Therapie akuter Herzrhythmusstörungen vertrautes Team zur Verfügung stehen.

Nach Lagerung des Patienten in einer rotierbaren Mulde und nach chirurgischer Freilegung der rechten Arteria brachialis in der Ellenbeuge wird der Spezialkatheter (sog.SONES-Katheter) nach Vorschieben in die Aorta unter Durchleuchtungskontrolle im Ostium der rechten und linken Koronararterien plaziert, im allgemeinen von Hand 3 - 6 ml des Kontrastmittels injiziert und die Füllung der entsprechenden Koronararterien röntgenkinematographisch festgehalten. Beide Herzkranzgefäße werden bei dieser Untersuchung mindestens in zwei Ebenen dargestellt, falls erforderlich, können zusätzliche Projektionen gewählt werden, da der Patient sich in der drehbaren Mulde befindet und somit Positionsveränderungen ohne Umlagerung und Zeitverlust vonstatten gehen können. Wegen der geringen Kontrastmittelmenge können mehrere Injektionen hintereinander durchgeführt werden, nur sollte dabei natürlich auf die insgesamt während der Untersuchung verabreichte Kontrastmittelmenge geachtet werden. Vor Beendigung der Untersuchung wird nach Abschluß der Koronardarstellung der linke Ventrikel retrograd sondiert und eine Laevocardiographie durchgeführt. Diese Untersuchung sollte immer routinemäßig angeschlossen werden, sie dient der Erkennung von Ventrikelgröße und -form, der systolischen Entleerungsfähigkeit und der Erkennung eventuell nicht an der Kontraktion teilnehmender Myocardabschnitte bzw. intraventrikulärer Thromben oder Aneurysmen.

Nach Abschluß der gesamten Untersuchung erfolgt die chirurgische Versorgung der Arterie durch Gefäßnaht.

In der Folgezeit kam es dann, basierend auf der von SONES und SHIREY entwickelten Originalmethode zu mehrfachen Abwandlungen der Untersuchungstechniken vor allen Dingen auf dem Bereich der einzuschlagenden arteriellen Zugangswege des Katheters und der mannigfaltigen Variationen der Katheterform und -gestaltung.

Anlaß zu solchen Modifikationen der SONES-Technik war sicherlich zum größten Teil dem bei dieser Methode notwendigen chirurgischen Eingriff an einer Arterie, mit seinen theoretisch möglichen und nicht unerheblichen Komplikationsmöglichkeiten anzulasten. 1962 beschrieben RICKETTS und ABRAMS (75) eine mit der 1953 von SELDINGER (81) beschriebenen arteriellen Punktionstechnik durchgeführte Methode mittels perkutaner Punktion der A.femoralis und unter Verwendung von Spezialkatheter für die Sondierung des rechten und linken Koronarostiums.

1965 publizierten WEIDNER et al. (93) eine Methode, die ebenfalls mittels der von SELDINGER (81) beschriebenen Technik bei Koronarangiographien und auch Angiocardiographien angewendet worden waren und zwar durch perkutane Punktion der rechten Arteria axillaris unter Verwendung von SONES-Kathetern bei der Sondierung der Koronarostien.

Als ein echter Fortschritt dieser Technik war die 1967 von JUDKINS (39) (40) beschriebene Methode, die zwar auch auf die von SELDINGER (81) beschriebene perkutane transfemorale Arterienpunktionstechnik zurückgriff, durch Entwicklung zweier verschiedener speziell für die Sondierung des rechten und des linken Koronarostiums geformter Katheter anzusehen.

Die Vorteile dieser Spezialkatheter bestehen nach Ansicht des Autors in der optimalen, den anatomischen Gegebenheiten angepaßten Form, in der einfachen und zeitlich wenig aufwendigen Sondierung der Koronarostien und damit der hohen Wahrscheinlichkeitsrate für eine selektive Darstellung der Koronararterien, sowie in der nur gering vorhandenen Möglichkeit einer Traumatisierung der Aortenwand, der Aortentaschenklappen oder der Koronarostien, da langwierige Manipulationen zur richtigen Plazierung des Katheters wegfallen. Darüberhinaus entfällt durch das Anstemmen der Katheter im Aortenbogen an mindestens zwei Wandstellen der häufig zu erwartende "Sprung" des Katheters bei der Kontrastmittelinjektion. Ein zusätzliches wichtiges Argument, welches für diese Technik spricht, ist natürlich die Tatsache, daß ein chirurgischer Eingriff am arteriellen Gefäßsystem mit allen Komplikationen entfällt.

Es ist heute festzustellen, daß die von JUDKINS verbesserte Methode der selektiven Koronarangiographie sicherlich einen gleichwertigen Rang und eine ähnlich weite Verbreitung wie die von SONES et al. entwickelte Untersuchungstechnik erfahren hat.

Gemeinsam haben alle diese Verfahren der selektiven Technik gegenüber der nicht selektiven, daß keine Überprojektion mit Ästen der anderen Seite oder dem Aortenstamm eintritt, daß retrograde Füllungen einer Kranzarterie leicht erkannt werden und daß die Untersuchung den individuellen Bedürfnissen durch direkte Beobachtung des Untersuchungsverlaufs am Schirm angepaßt werden kann.

A. Übersichtskoronarangiographie

1933 Rousthöi
Reboul, Racine

1936 Nuvoli

1945 Radner

1948 Meneses-Hoyos und del Campo

1950 Helmsworth et al.

1955 Boerema, Blickman

1958 Dotter, Frische

1959 Arnulf, Buffard

B. Semi-selektive Koronarangiographie

1960 Bellmann

1962 Paulin

1964 Hettler

C. Selektive Koronarangiographie

1959 Sones et al.

1962 Ricketts, Abrams

1965 Weidner et al.

1967 Judkins

III. Indikationen und Kontraindikationen:

Nachdem am Anfang der Entwicklung der Koronarangiographie die Darstellung der Koronargefäße mehr oder weniger noch Zufallsprodukte bei der Aorto- oder Laevographie und demnach auch die Indikationen dieser Untersuchung nicht klar abgegrenzt waren, kristallisierte sich im weiteren Verlaufe ein immer klareres und mit Fortschreiten der Technik auch breiter gestecktes Indikationsfeld heraus, welches die Anwendung der Koronarangiographie forderte.

Obwohl nun die Koronarangiographie als röntgenologische Routineuntersuchung betrachtet werden muß, ist sie dennoch keine indifferente Methode und setzt eine klare Indikationsstellung voraus, indem der zu erwartende Nutzen in Bezug auf den diagnostischen Aussagewert das methodische Risiko überwiegen muß.

Bei dem heutigen Standard der koronarangiographischen Technik und unter der Voraussetzung einer personell und technisch-apparativ optimalen Ausstattung haben die Indikationen zu dieser Untersuchung eine deutliche Ausweitung erfahren.

Es ergeben sich im einzelnen somit folgende Indikationen zur Koronarangiographie.

1) Diagnostik der Koronarinsuffizienz

(93), (19), (70), (49), (50), (11), (41), (4), (53), (42), (54), (68), (17), (9), (18), (3), (5), (75), (80), (89), (90).

Angina pectoris-Beschwerden mit oder ohne entsprechende Veränderungen in Ruhe- und Belastungs-EKG, die durch entsprechende medikamentöse Behandlung nicht befriedigend gebessert werden können. Denn auch das normale EKG schließt eine Koronar-

stenose nicht aus und ein positiver Befund im EKG bedarf einer weiteren Klärung vor allen Dingen im Hinblick auf einen eventuell notwendigen und erfolgversprechenden koronarchirurgischen Eingriff.

2) Beurteilung einer klinisch bekannten Koronarsklerose

(49), (3), (21), (54).

Die Angiographie ermöglicht hier mit der Darstellung der Lokalisation, der Ausdehnung und des Schweregrades des Befalles sowie dem Nachweis von Kollateralen und Anastomosen wesentliche Rückschlüsse in Bezug auf Therapie und Prognose der Erkrankung. In Frage kommen hier also alle Patienten mit schwerer Angina pectoris (= drohender Herzinfarkt) und entsprechendem klinischen Korrelat und Patienten mit bereits nachgewiesenem Myocardinfarkt; dabei sollte aber mit der Koronarographie 3-6 Monate zugewartet werden, um der Ausbildung von Kollateralen und Anastomosen genügend Zeit zu lassen, da vor allen Dingen wegen der Frage eines coronar-chirurgischen Eingriffes auf die Darstellung der reparativen Prozesse größter Wert gelegt werden muß.

3) Koronarchirurgische Eingriffe

(5), (54).

Schließlich ist die Koronarangiographie für die Beurteilung der Möglichkeiten und Aussichten eines koronarchirurgischen Eingriffes unerläßlich, da nur diese Methode in der Lage ist, den Operateur über die angiographisch notwendigen Voraussetzungen zu orientieren und danach das entsprechende Operationsverfahren auswählen zu lassen.

Darüberhinaus gibt das postoperative Kontrollangiogramm Auskunft über den weiteren Erfolg eines durchgeführten koronarchirurgischen Eingriffes.

4) Neben dem großen Indikationsfeld der koronaren Herzerkrankungen gibt es noch weitere aber seltenere Indikationen zur Durchführung eines Koronarangiogrammes wie
der röntgenologische Nachweis von Herzkranzgefäßverkalkungen,
der Nachweis bzw. Verdacht eines Herzwandaneurysmas (20),(41),(4),
eine ausgeprägte Hypercholesterinämie vor allen Dingen bei jüngeren Patienten,
klinischer Verdacht auf eine arteriovenöse Koronarfistel oder Verdacht auf ein Koronararterienaneurysma,
praeoperative Abklärung von Vitien, vor allen Dingen bei mit pectanginösen Beschwerden einhergehenden Aortenvitien zum Ausschluß oder Nachweis stenosierender Koronararterienveränderungen oder einer Ostienstenose,
bevorstehende transventrikuläre Operationen, um atypisch entspringende und verlaufende sowie überzählige Koronararterien zu erkennen,
klinischer Verdacht auf eine Koronaranomalie, z.B. eine falsch aus der A.pulmonalis abgehende Koronararterie oder eine monostische bzw. singuläre Koronararterie,
pectanginöse Beschwerden und EKG-Veränderungen bei Patienten mit vorausgegangenem Thoraxtrauma (Contusio cordis etc.) zum Nachweis oder Ausschluß evtl. operabler zentraler Gefäßverschlüsse,
Verdacht auf malignen Herztumor,
versicherungsrechtliche oder vor allen Dingen gutachterliche Fragestellungen und beim jugendlichen Luetiker mit pectangi-

nösen Beschwerden und / oder EKG-Veränderungen zum Ausschluß oder Nachweis einer Ostiumstenose.

Kontraindikationen:

Die Kontraindikationen der Koronarangiographie sind neben den allgemein bei den Katheter- und Kontrastmitteluntersuchungen bestehenden wie Blutungs- und Gerinnungsstörungen, Kontrastmittelunverträglichkeit, Niereninsuffizienz, cardiale Dekompensation und schlechter Allgemeinzustand, folgende:

1. Frischer Myocardinfarkt (frühester Untersuchungstermin 3-6 Monate nach Infarktereignis) (52), (90), (54), (75), insbesondere bei noch bestehender Links- oder Rechtsinsuffizienz,
2. Ausgedehnte allgemeine Gefäßsklerose, vor allen Dingen bei Patienten mit geschlängelten oder obturierten Beckenarterien, die natürlich abhängig von der Untersuchungstechnik ein Katheterisieren unmöglich machen können,
3. Altersgrenze möglichst nur bis 65 Jahre (52), (70), (4),
4. Schwere Herzrhythmusstörungen (52), (93), (70), (4), (77),
5. Therapierefraktäre maligne Hypertonie oder Diabetes mellitus (4), (77),
6. Inkurable Allgemeinerkrankungen und cardiopulmonale Insuffizienz, die einem evtl. möglichen koronarchirurgischen Eingriff entgegenstehen (4). Relative Kontraindikationen bestehen bei einer hochgradigen Koronarsklerose mit gleichzeitiger Links- und Rechtsherzinsuffizienz, da hierbei das Untersuchungsrisiko erhöht scheint (52), (54) und bei Übergewicht von mehr als 30 % (4). Eine temporäre Zurückstellung der Untersuchung verlangen Elektrolytstoffwechselstörungen wie Hypokaliämie, eine Digitalisüberdosierung und die Be-

handlung mit Beta-Rezeptoren-Blockern (93), (4).

IV. Technik und Ablauf bei eigenen Untersuchungen

Eigene Untersuchungen wurden mittels der Judkins-Technik (39), (40) der selektiven Koronarangiographie durchgeführt. Die Untersuchung erfolgte in der Regel während eines 2-tägigen stationären Aufenthaltes der Patienten, der eine internistische Vor- bzw. Kontrolluntersuchung, die Koronarangiographie selbst und eine mindestens 24-stündige Nachbeobachtung der Patienten einschloß. Die Praemedikation bei der Koronarangiographie beschränkte sich im Allgemeinen auf eine leichte Sedierung der Patienten, die natürlich im Einzelfall, je nach psychischer Reaktionslage des Patienten, variabel gehandhabt wurde und auf die prophylaktische Gabe eines Antiarrhythmicums (5 ml Xylocain 2 %). Während der gesammten Untersuchung erfolgte eine fortlaufende EKG-Überwachung und direkte arterielle Druckmessung über eine Druckwandlerkammer (Statham). Zusätzlich war während der Koronarangiographie die sofortige Behebung akut auftretender Komplikationen wie Herzrhythmusstörungen, Herzstillstand usw. sowie evtl. notwendige Reanimationsmaßnahmen wie Defibrillation, extrathorakale Herzmassage und Beatmung sowohl ärztlicherseits als auch apparativ gewährleistet.

Die Judkins-Technik ermöglicht eine relativ sichere und schnelle Katheterisierung der Koronarostien durch speziell geformte Katheter für die linke und rechte Koronararterie. Verwendung fanden bei den eigenen Untersuchungen Ducor Coronarkatheter.

Allgemein werden drei Größen von Koronarkathetern, die den verschiedenen Aortenweiten und -formen angepaßt sind, verwen-

det. Sie werden in die Größen 4, 5 und 6 eingeteilt; die Größe entspricht dabei der Entfernung von der 1. Biegung bis zur Mitte der 2. Biegung in Zentimetern und betrifft auch die Gradeinteilung der einzelnen Biegungen. Bei einem auf der Thoraxaufnahme (p.a.) normal erscheinenden Aortenbogen, wählt man zur Untersuchung einen Koronarkatheter der Größe 4; diese Größe wird bei 80 % der Patienten angemessen sein. Ein Katheter der Größe 5 wird bei einem auf der p.a. Thoraxaufnahme rundem und erweiterten Aortenbogen verwendet. Ein Nr. 6 Katheter wird bei einer Aortenstenose oder bei Vorliegen einer poststenotischen Erweiterung der Aorta Anwendung finden. Ganz selten müssen Katheter der Größe 7 bei aneurysmatischer Aortenerweiterung oder Katheter der Größe 3 bei Kindern benutzt werden (bei eigenen Untersuchungen nicht verwendet).

Linker Koronarkatheter:

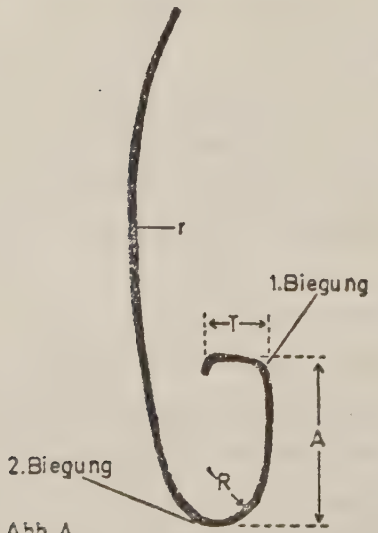

Abb.A

Abb.: A = 4,2 cm für Größe 4
= 5,2 cm für Größe 5
= 6,0 cm für Größe 6
T = 1,5 cm für Größe 4
= 1,5 cm für Größe 5
= 2,0 cm für Größe 6
R = 1,1 cm der Radius der 2.Biegung
r = 15 cm für alle Größen gleich
1. Biegung: Größe 4 = 100°
Größe 5 = 90°
Größe 6 = 80°
2. Biegung: Größe 4 = 160°
Größe 5 = 180°
Größe 6 = 200°

Der linke und der rechte Koronarkatheter erscheinen nur auf den ersten Blick verschieden, in Wirklichkeit gleichen sie sich aber

in wichtigen Details; jeder von beiden Kathetern hat insgesamt 3 Biegungen. Die erste oder Spitzenbiegung weist annähernd einen Winkel von 90° auf. Der Hauptunterschied liegt in der zweiten Biegung; der linke Koronarkatheter hat eine Biegung, die sich 180° nähert, der rechte Katheter führt eine schwächere Biegung von etwa 30° aus. Die dritte Biegung des rechten Katheters verhält sich in etwa umgekehrt zu der des linken; eine übermäßige 3. Biegung behindert beim rechten Katheter die richtige Katheterdrehung und beim linken Katheter kann das Fehlen oder die Ursache dafür sein, daß der Katheter sich aus der Ebene der Koronaröffnung herausdreht. Um das rechte Koronarostium zu sondieren, muß eine Katheterform vorliegen, die das Einrichten eines relativ festen Anstemmpunktes gegenüber dem rechten Ostium erleichtert. Dies konnte mit der unten dargestellten Form des rechten Koronarkatheters erreicht werden.(Abb. B)

Rechter Koronarkatheter:

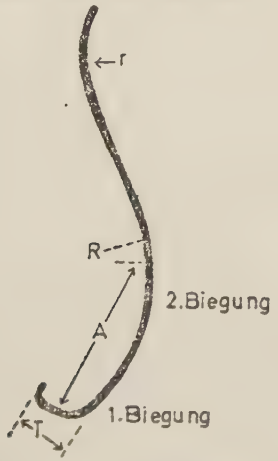

Abb.: A = 4 cm für Größe 4
= 5 cm für Größe 5
= 6 cm für Größe 6

T = 0,9 cm für Größe 4
= 1,0 cm für Größe 5
= 1,0 cm für Größe 6

R = 5 cm Radius

r = 10 cm Radius

1. Biegung = 95°
2. Biegung = 30°

Abb.B

Die perkutane Punktion der A.femoralis erfolgt nach Lokalanaesthesie mittels der Seldinger-Technik. (81) Danach wurde unter Durchleuchtungskontrolle eine Sonde (Metallsonde) über die Iliacalarterie bis oberhalb der Aortengabelung vorgeschoben.

Die Nadel wird entfernt und ein kurzer Teflonkatheter wird über den Guide in die Arterie geschoben. Zweck dieses Teflonkatheters ist es, einen Weg durch die Fascie und die Gefäßwand für die weiche, zurechtgebogene Spitze des Koronarkatheters zu formen. Guide und Katheter werden dann bis zum distalen Teil der Aorta gebracht. Der Guide verbleibt zunächst dort, während der Katheter vorgeschoben wird und somit seine präformierte Form einnehmen kann. Der Guide wird danach herausgezogen und das Katheterlumen mit Heparin-Kochsalzlösung gespült und anschließend mit Kontrastmittel (Urografin 70 %) gefüllt. Bei Sondierung des linken Koronarostiums wird die linke Koronarkatheterspitze langsam entlang der Medialwand der ascendierenden Aorta hinabbewegt bis sie in die Öffnung der linken Koronararterie fällt. Anschließend wird der Katheter noch ein kleines Stück vorgeschoben und bleibt so - die Spitze der Öffnung und die zweite Biegung auf der rechten Aortenwand ruhend - in der gleichen Position.(Abb.C)

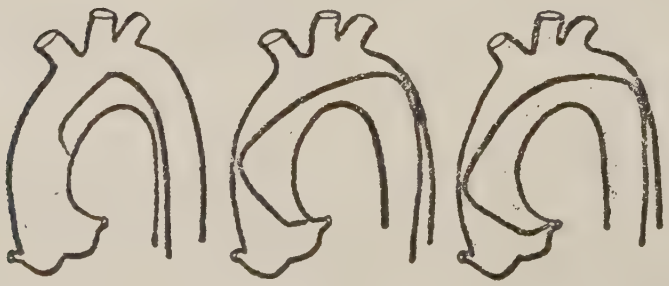

Abb.C

Der rechte Koronarkatheter wird genau, wie schon beschrieben, in die descendierende Brustaorta hochgeführt. Er wird dann in die ascendierende Aorta zur sog. neutralen Startposition, die 1-2 cm über dem linken Koronarostium oder etwa 3-5 cm über der Aortenklappe liegt, vorgeschoben. Der Katheter wird nun langsam im Uhrzeigersinn gedreht. Während dieser Manipulation, bevor die Drehung 60° erreicht hat, wird die Katheterspitze plötzlich ungefähr 3 cm tief in den rechten Sinus Valsalvae eindringen und bei weiterer Drehung im Uhrzeigersinn und Vorschieben in das rechte Koronararterienostium fallen.(Abb. D)

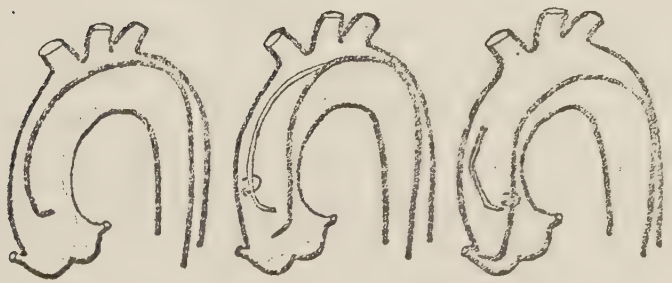

Abb. D

Jeweils nach Sondierung des linken und des rechten Koronararterienostiums sowie direkter Druckmessung werden während der manuellen Kontrastmittelinjektion (8 ml Urografin 70%) Großserienaufnahmen in Serien von 15 Bildern mit einer Frequenz von 4 Bildern/sec. in 3 verschiedenen Positionen des Patienten (1. seitlich, 2. linke vordere schräge, 3. rechte vordere schräge Position) angefertigt.

Diese Aufnahmepositionen werden gewählt, da bei Großformat Serienaufnahmen alle Bilder in einer Ebene mit horizontalem Strahlengang auf dem seitlichen Kassettenwechsler aufgenommen werden und das Herz topographisch-anatomisch dem linken vorderen Thoraxraum angehört; auf diese Weise wird das Herz so nahe wie möglich an den Film gebracht, da die Qualität der Aufnahmen beeinträchtigt wird von der geometrischen Verzerrung, die wiederum abhängig ist von Fokuspunktgröße und der Objekt-Film-Entfernung. Zudem werden die Koronararterien jeweils in den 3 verschiedenen Positionen überlagerungsfrei, in verschiedenen Ebenen und das betreffende Koronarsystem in verschiedenen Füllungsphasen sowie zu verschiedenen Herzzyklen dargestellt.

Bis auf die Zeit der Kontrastmittelinjektion und der zwischenzeitlichen Katheterspülung erfolgt fortlaufende direkte arterielle Druckmessung über eine Druckwandlerkammer (Statham-Gerät). Nach Beendigung der selektiven Kontrastdarstellung beider Koronararterien in jeweils 3 Positionen mittels Röntgenserienaufnahmen, erfolgt jetzt zur Durchführung des Laevocardiogramms ein Katheterwechsel. Für das Linksventriculogramm wird der sog. Pig-tail-Katheter verwendet.(Abb.E)

Dieser Katheter hat einen verlängerten und verdünnten Endabschnitt und mehrere Seitenlöcher. Obwohl er eine endständige

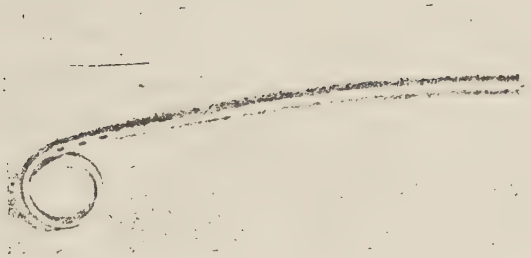

Abb.E

Öffnung hat, funktioniert er wie ein am Ende verschlossener Katheter mit dem zusätzlichen Vorteil eines weichen, gut abgerundeten Führungsendes. Zudem ist die Manipulation mit diesem Katheter in den großen Hauptgefäßen und der Herzkammer vereinfacht und subendocardiale Injektionen sind nahezu unmöglich. Nach Einführen des Pig-tail-Katheters in den linken Ventrikel erfolgt die Messung des systolischen und diastolischen linksventrikulären Druckes. Danach Anschluß eines Druckinjektionsgerätes und Kontrastmittelapplikation (50 ml Angiografin) mit einem Druck von 7 atü unter gleichzeitiger Anfertigung von Großserienaufnahmen in Serien von 15 Bildern mit einer Bildfrequenz von 4 Bildern/sec. in Seitenlage oder in der rechten vorderen schrägen Position des Patienten. Im Anschluß daran erfolgt die Registrierung der sog. Druck-Rückzugskurve oder Drucksprungkurve unter langsamem Zurückziehen des Katheters aus dem linken Ventrikel in den Anfangsteil der Aorta.

Nach Entfernen des Katheters wird ein Druckverband im Bereich der Arterienpunktionsstelle angelegt und der Patient noch einige Stunden mittels fortlaufender EKG-Überwachung kontrolliert.

V. Informationswert und Darstellungsgrenzen:

Die intravitale Koronarangiographie insbesondere die selektive Untersuchungstechnik ist in der Lage, einen wesentlichen diagnostischen Beitrag bei allen pathologischen Zuständen des Koronargefäßsystem zu liefern und stellt somit ein objektives Mittel dar vor allen Dingen in Bezug auf eine Klärung der Symptomatik der coronaren Herzkrankheit in Relation zu den zugrunde liegenden anatomischen Veränderungen beim lebenden Menschen (1). Die Koronarographie erlaubt Aussagen über den anatomischen und funktionellen Zustand der extramuralen Herzkranzgefäße in der Regel bis zu einem Durchmesser von 0,1 - 0,2 mm (41), (77), (42), (47) und orientiert hierbei über die anatomischen Verhältnisse an den großen Hauptstämmen wie dem rechten Hauptstamm mit R.descendens posterior, R.circumflexus dexter, Sinusknotenarterie, Konusast, marginaler Ast, Vorhofäste und AV-Knoten Äste sowie dem linken Hauptstamm mit R.descendens anterior, R.circumflexus sinister, septale Äste, R.diagonalis, posterolateraler und atrioventrikulärer Ast sowie Vorhofarterie (49). (Abb. I)

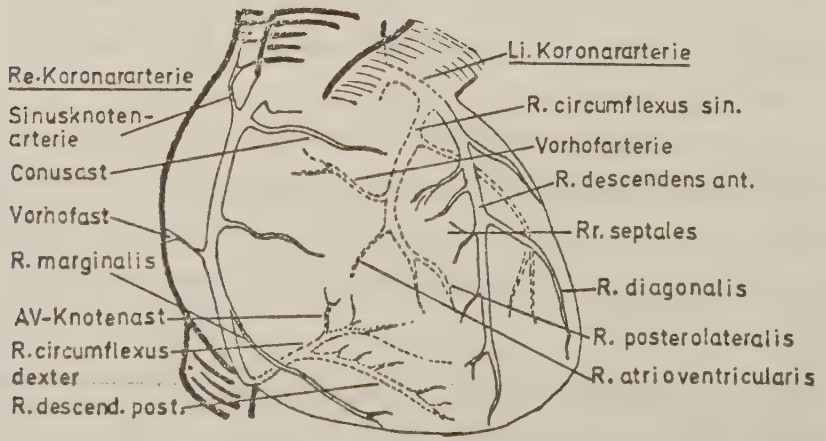

Abb. I

Schematische Darstellung der rechten Koronararterie in verschiedenen Projektionsebenen des selektiven Koronarogrammes. (Abb. IIa und IIb)

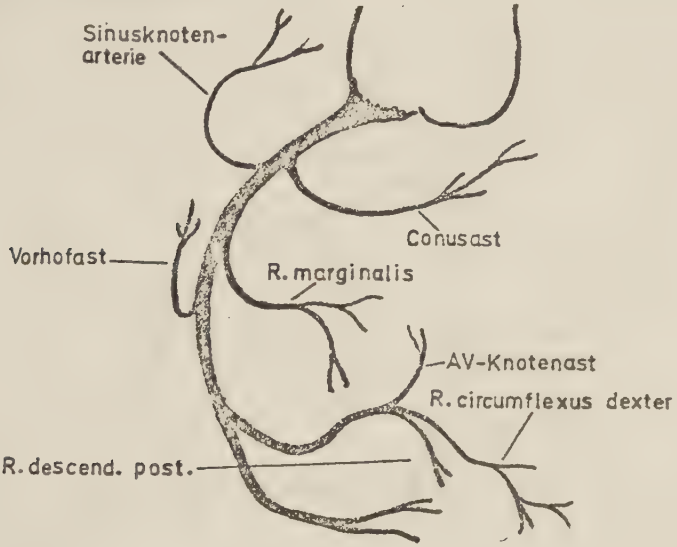

Abb. IIa

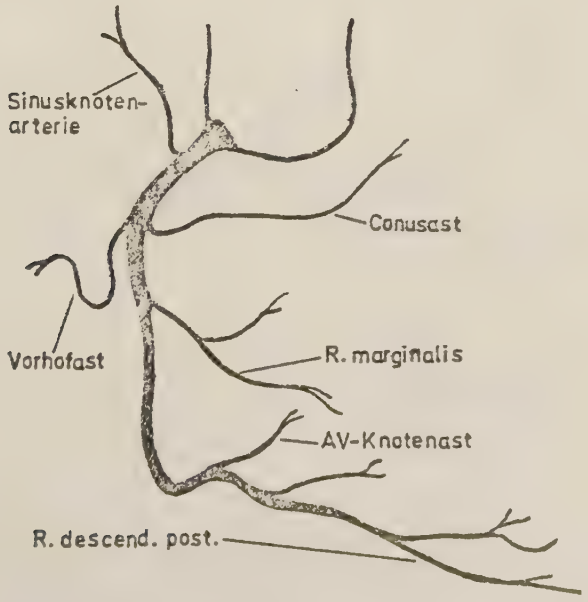

Abb. IIb

Schematische Darstellung der linken Koronararterie in verschiedenen Projektionsebenen des selektiven Koronarogrammes. (Abb. IIc und IId)

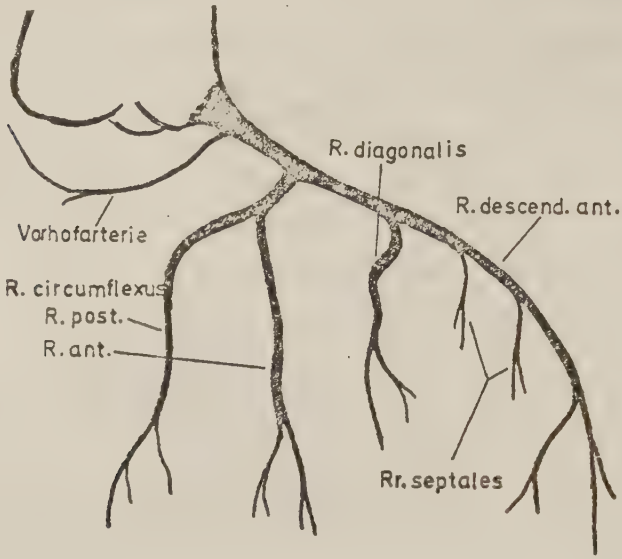

Abb. IIc

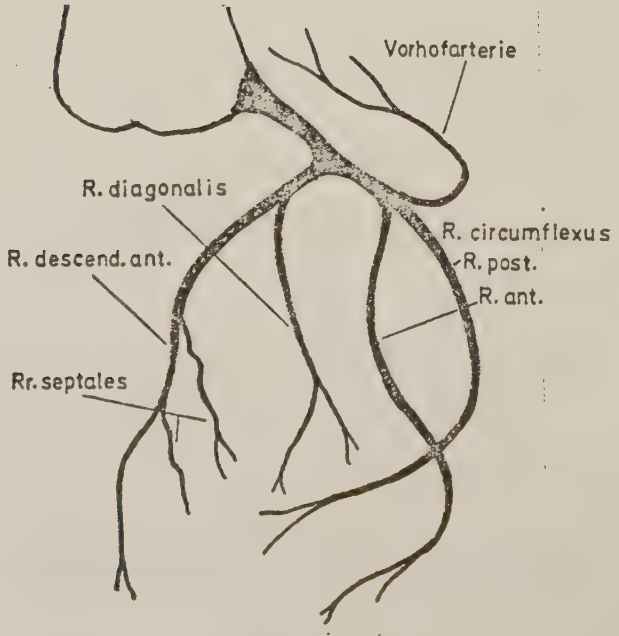

Abb. IId

Normalbefund der linken Koronararterie in den drei verschiedenen Projektionsebenen des selektiven Koronarogrammes.
(Abb. III a - c)

Abb.III a

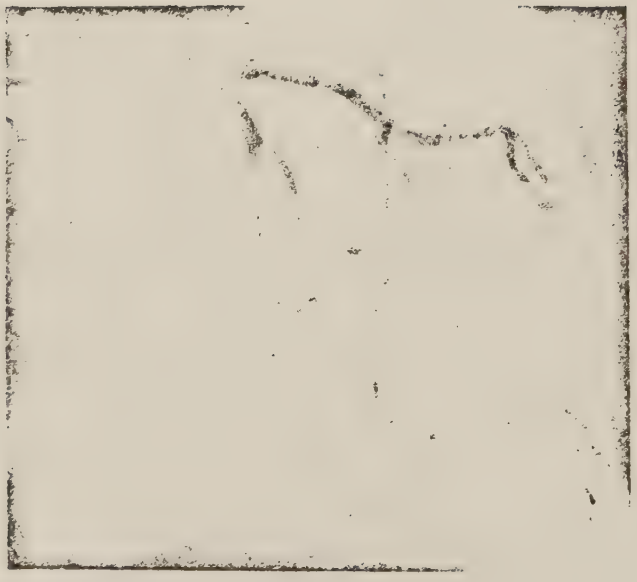

Abb. III b

Abb. III c

Normalbefund der rechten Koronararterie in den drei verschiedenen Projektionsebenen des selektiven Koronarogrammes. (Abb. III d - f)

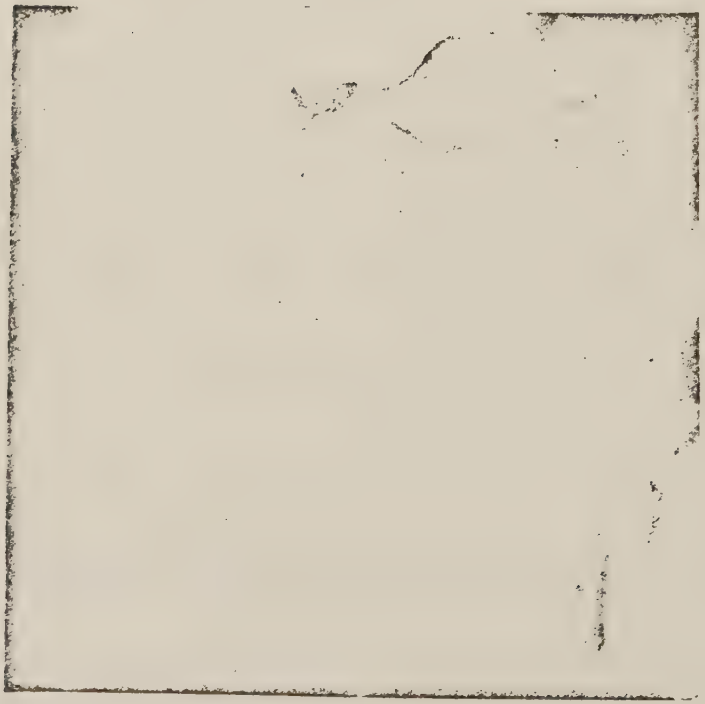

Abb. III d

Abb. III e

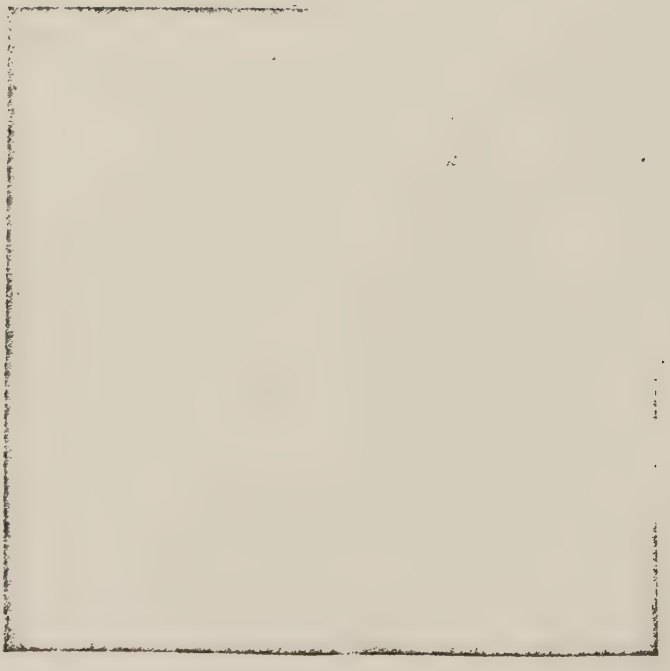

Abb. III f

Normales Laevocardiogramm (Abb. IV)

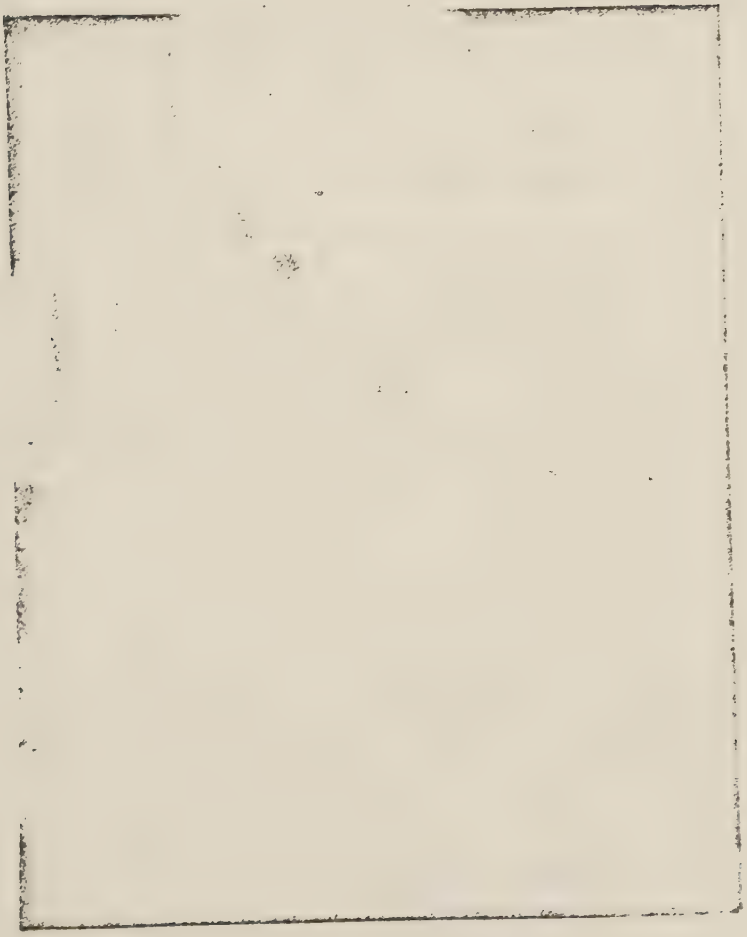

Abb. IV

E K G-und Druckkurvenverlauf (Abb. V)

Unauffälliger Kurvenverlauf

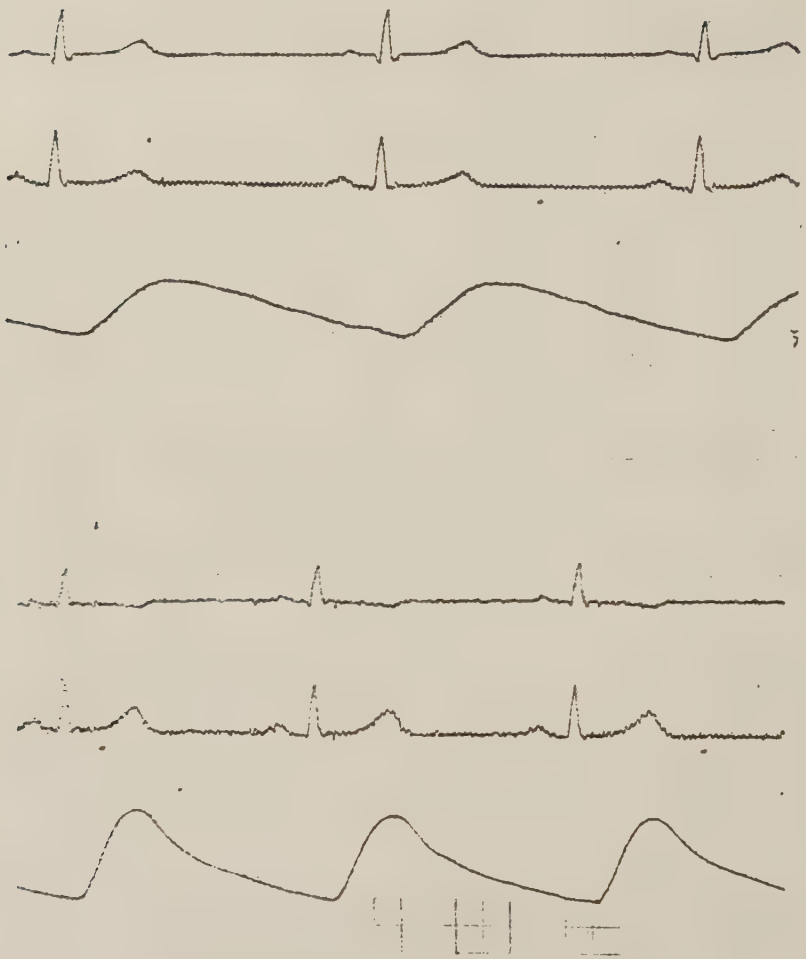

Abb. V

Es besteht damit eine Möglichkeit zur exakten Diagnostik angeborener und erworbener myocardialer Durchblutungsstörungen, wobei letztere an Wichtigkeit und Häufigkeit natürlich vorrangig zu sehen sind. Im Gegensatz zu postmortalen Studien (46) vermag die intravitale Kontrastmitteldarstellung der Koronargefäße alle Phasen der coronaren Herzkrankheit nicht nur die terminalen, mit einzubeziehen und ermöglicht eine Diagnose oft noch im Frühstadium der Erkrankung, in welchem evtl. noch eine Verbesserung durch präventive Maßnahmen möglich ist (21). Es können mittels dieser Untersuchung insbesondere bei der Koronarsklerose Aussagen über Lokalisation, Schweregrad und Ausdehnung gemacht werden. Bei der Beurteilung des Schweregrades der Veränderungen an den Koronararterien unterscheiden wir minimale Stenosen, bei denen das Arterienlumen weniger als 50% eingeengt ist, partielle Stenosen mit einer Lumeneinengung auf 50-75 %, subtotale Stenose mit einer Einengung des Arterienlumens auf 75% und mehr, aber noch erhaltener Kontinuität des Gefäßes und totale Verschlüsse, die gekennzeichnet sind durch kompletten Unterbruch der Kontinuität im Gefäß, wobei die distalen Gefäßabschnitte, wenn dargestellt, über Kollateralen oder Anastomosen gefüllt werden (54), (79). Eine weitere Möglichkeit zur Differenzierung der verschiedenen Ausprägung der Koronarsklerose ergibt sich durch den Nachweis der Ausdehnung der Veränderungen, bei der einmal die singuläre Stenose oder der eng umschriebene Koronararterienverschluß von den diffusen Wandveränderungen und Stenosen also der generalisierten Koronarsklerose abgegrenzt wird. (69), (46), (19), (78).
Es werden dazu nachfolgend Beispiele aus der eigenen Untersuchungsreihe mit klinischen und koronarangiographischen Befunden aufgeführt.

Fallbericht Nr. 1:

Patient H.G., 43 J. ♂ :

Anamnese: Seit ca. 3/4 Jahr vor der Coronarographie pektanginöse Beschwerden in Form von stichartigen Schmerzen im linken und mittleren Brustkorbbereich mit Ausstrahlung in beide Schulterblätter und Arme, verbunden mit Atemnot und Angstgefühl. Zwischenzeitlich immer wieder relative Beschwerdefreiheit.

Befund: 43jähriger, übergewichtiger Patient. Keine Zeichen einer cardialen Insuffizienz. Im EKG: Sinusrhythmus und Erregungsrückbildungsstörungen über dem linken Ventrikel mit gesenkten ST-Strecken und präterminal neg. T-Wellen in Abl. I, II, a V F, V_3-V_6 und D. Unter dosierter Belastung (Fahrrad-Ergometer) völlige Normalisierung des EKG's mit Rückgang der ST-Senkung bis zur Normalisierung und positiven T-Wellen.

Coronarographie: Deformierende atheromatöse Wandveränderungen des R.interventricularis anterior sowie des R.circumflexus und dergleichen am Hauptstamm der rechten Coronararterie ohne Nachweis von gröberen Stenosen oder Verschlüssen. Normales Laevocardiogramm.

EKG- und Druckkurvenverlauf: Unauffälliger EKG- und Druckkurvenverlauf.

Zu Fallbericht Nr. 1:

Deformierende atheromatöse Wandveränderungen der rechten Coronararterie ohne Nachweis von gröberen Stenosen. (Abb. 1)

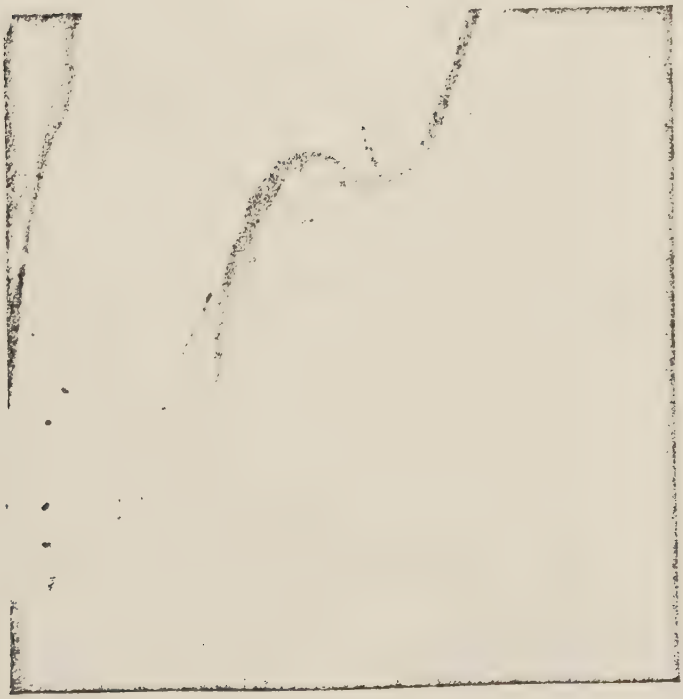

Abb.1

Fallbericht Nr. 2:

Patient W.J., 55 J. ♂ :

Anamnese: Seit etwa 1 1/2 Jahren immer häufiger stenocardische Beschwerden, insbesondere bei körperlicher Belastung. 1971 stationäre Aufnahme wegen eines Vorderwandinfarktes.

Befund: 55jähriger Patient in gutem A Z. Keine Zeichen einer cardialen oder pulmonalen Dekompensation. Im EKG Sinurrhythmus, Narbenstadium nach Vorderwandinfarkt. Belastungs-EKG: Unter Belastung bis zu 70 W ziehende Schmerzen in der Brust und Veränderung der Erregungsrückbildung in der hohen Brustwandableitung V_2.

Coronarangiographie: Umschriebene hochgradige Stenosierung des R.interventricularis anterior der linken Coronararterie 4 cm vom Ostium entfernt. Deformierende Gefäßveränderungen mäßigen Grades des Anfangsabschnittes des R.circumflexus der linken Koronararterie. Umschriebene geringgradige und haemodynamisch nicht wirksame Stenosierung des R.interventricularis posterior der rechten Coronararterie. Normales Laevocardiogramm.

EKG- und Druckverlauf: Komplikationsloser Verlauf der Coronarangiographie. Störungen der Erregungsrückbildung im EKG während der Sondierung der li.Coronararterie. Formanalytisch normaler Druckkurvenverlauf im li. Ventrikel ohne Anhalt für Aortenstenose jedwelcher Form und ohne Hinweis auf bestehende Herzinsuffizienz.

Später Durchführung eines koronarchirurgischen Eingriffes: Aorto-coronarer Bypass links.

Zu Fallbericht Nr. 2:

Umschriebene hochgradige Stenosierung des R.interventrikularis anterior der linken Coronararterie 4 cm vom Ostium entfernt. Deformierende Gefäßveränderungen mäßigen Grades des Anfangsabschnittes des R.circumflexus der linken Koronararterie. (Abb. 2a und 2b)

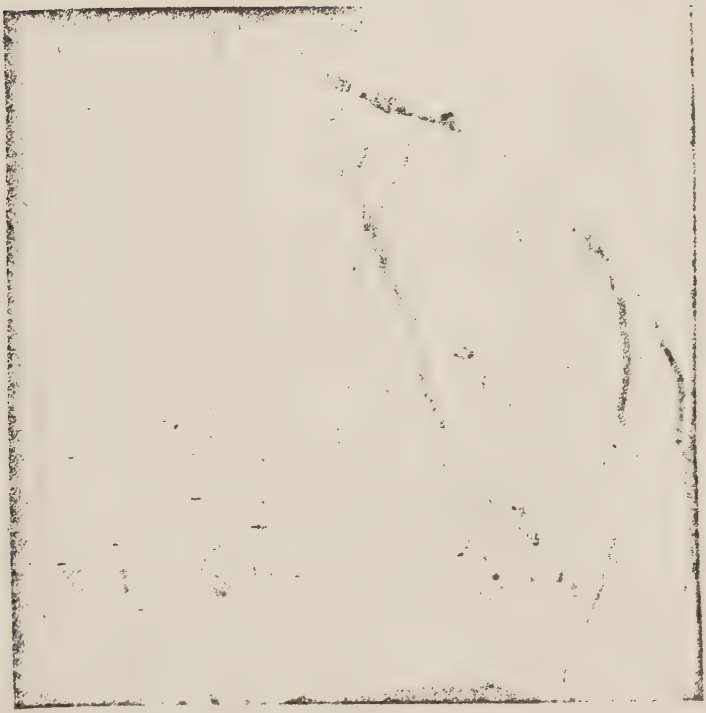

Abb. 2a

Abb. 2b

Umschriebene geringgradige und haemodynamisch nicht wirksame Stenosierung des R.interventricularis posterior der rechten Coronararterie. (Abb. 2c)

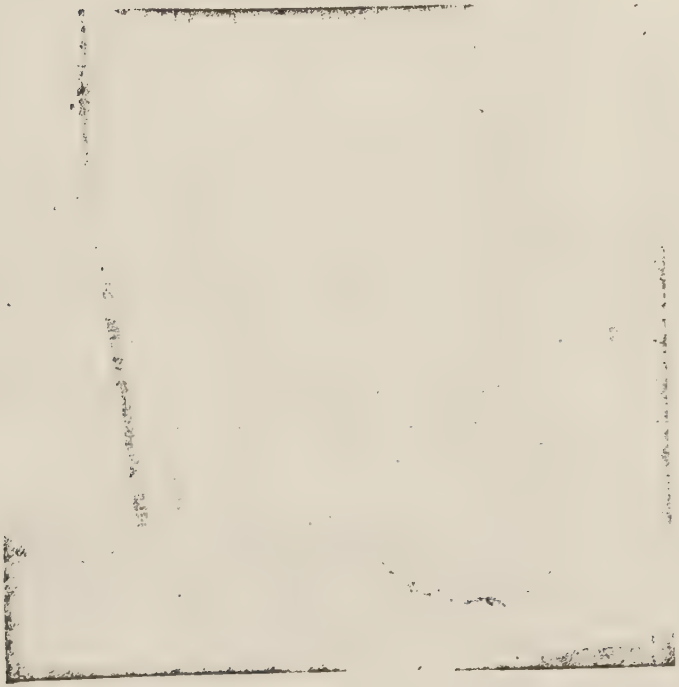

Abb. 2c

Fallbericht Nr. 3:

Patient L.J., 58 J. ♂ :

Anamnese: Seit 5 Jahren mehrmalige ambulante und stationäre Untersuchung und Behandlung wegen pektanginöser Beschwerden. Die Beschwerden wurden zeitweise so hochgradig, daß klinisch ein Myocardinfarkt angenommen wurde, der sich elektrocardiographisch und durch"Serumenzymuntersuchungen" jedoch nie verifizieren ließ. Darüberhinaus Diabetes mellitus und Hypercholesterinämie bekannt.

Befund: 57jähriger, leptosomer Patient in etwas reduziertem A.Z. Keine Zeichen einer cardialen oder pulmonalen Insuffizienz. Im EKG Sinusrhythmus, P-sinistroartriale, diffuse ventrikuläre Störungen der Erregungsrückbildung. Kein Anhalt für ein frisches Infarktgeschehen. Im Belastungs-EKG keine Zunahme der Erregungsrückbildungsstörungen (Belastung allerdings nur bis 30 W möglich, da Klagen über Herzstiche zur vorzeitigen Beendigung der Untersuchung führten).

Coronarographie: Geringgradige nodös-diffuse Coronarsklerose links, mittel- bis stärkergradige nodöse Coronarsklerose rechts. Kein Coronaranrterienverschluß, keine Verschlüsse von größeren Ästen der Coronararterien. Normales Ventrikulogramm.

EKG und Druckkurvenverlauf: unauffällig.

Im momentanen Zeitpunkt keine Indikation zu einem koronarchirurgischen Eingriff; es käme allenfalls bei Fortschreiten der Stenosierung des R.interventricularis anterior links eine Vineberg'sche Operation in Frage.

Zu Fallbericht Nr. 3:

Mittel- bis stärkergradige nodöse Coronarsklerose rechts. Kein Coronararterienverschluß und keine Verschlüsse von größeren Coronararterienästen.
(Abb. 3a und 3b)

Abb. 3a

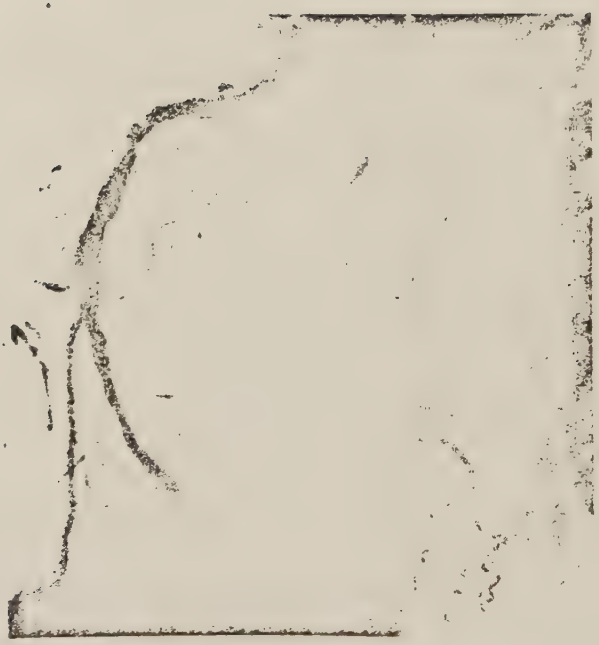

Abb. 3b

Fallbericht Nr. 4:

Patient F.P., 55 J. ♂ :

Anamnese: Jan. 1972 Hinterwandinfarkt. Danach rezidivierend auftretende pektanginöse Beschwerden.

Befund: 55jähriger Patient in altersentsprechend gutem A Z. Keine Zeichen einer cardialen oder pulmonalen Insuffizienz. Im EKG: Sinusrhythmus, Zeichen der Linksherzüberlastung und Erregungsrückbildungsstörungen mäßigen Grades. Hinterwandinfarktnarbe. Im Belastungs-EKG bis 70 Watt deutlich Zunahme der Erregungsrückbildungsstörungen im Sinne einer pathologischen Belastungsreaktion.

Coronarographie: Hochgradige Stenose des Hauptstammes der rechten Coronararterie etwa 4 cm vom Ostium entfernt. Poststenotische Dilatation und deformierende Wandveränderungen im Bereich des darauffolgenden Gefäßabschnittes in einer Distanz von etwa 2 cm Länge, sowie im Gebiet der peripheren posterolateralen Verzweigungen. Angedeutete Kollateralenentwicklung über die rechte Ventrikelarterie. Umschriebene deformierende Wandveränderungen im Anfangsabschnitt des R.anterior descendens der linken Koronararterie ohne stärkere Stenosierung des Gefäßes. Normales Laevocardiogramm.

EKG- und Druckkurvenverlauf: unauffällig.

Zu Fallbericht Nr. 4:

Hochgradige Stenose des Hauptstammes der rechten Coronararterie etwa 4 cm vom Ostium entfernt. Poststenotische Dilatation und deformierende Wandveränderungen im Bereich des darauffolgenden Gefäßabschnittes in einer Distanz von etwa 2 cm Länge, sowie im Gebiet der peripheren posterolateralen Verzweigungen. (Abb. 4a)

Abb. 4a

Umschriebene deformierende Wandveränderungen im Anfangsabschnitt des R.descendens anterior der linken Koronararterie ohne stärkere Stenosierung des Gefäßes (Abb. 4b)

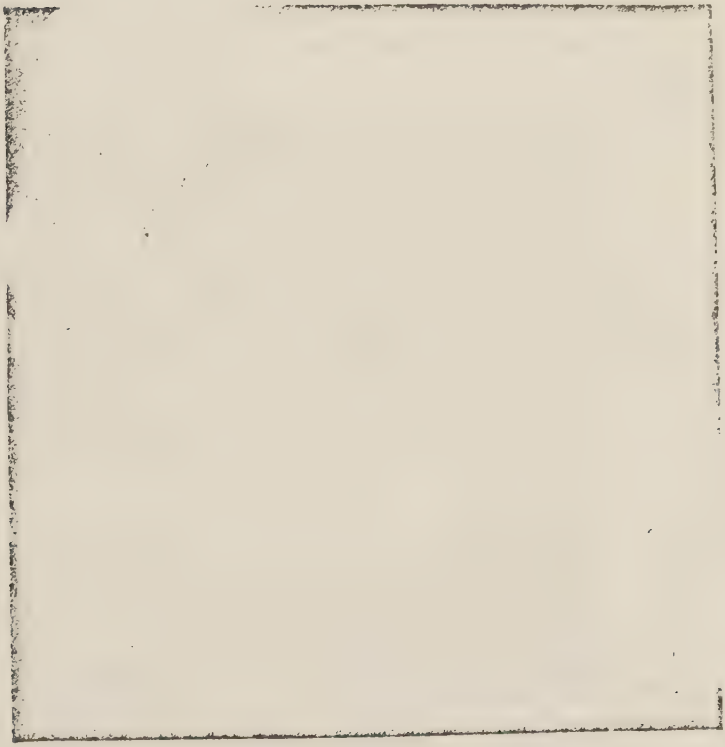

Abb. 4b

Fallbericht Nr. 5:

Patient V.O., 45 J. ♂ :

Anamnese: Bisher nie ernsthaft krank gewesen. Seit ca. 2 Monaten Auftreten von Stenocardien insbesondere bei körperlicher Belastung, die von Anfall zu Anfall stärker wurden. 1 Woche vor der Coronarangiographie stationäre Aufnahme unter dem Verdacht auf Myocardinfarkt.

Befund: 45jähriger Patient in gutem A.Z. Bei der klinischen Untersuchung keine Befunde von Krankheitswert. Im EKG: Sinusrhythmus, ausgeprägte Erregungsrückbildungsstörungen mit Ausbildung sog. "coronarer T's in den Ableitungen über der Vorderwand des Herzens (I, V_2-V_6). Diese Veränderungen fanden sich relativ konstant auch in den später abgeleiteten EKG-Kontrollen. Kein sicherer Anhalt für einen frischen penetrierenden Myocardinfarkt. Auch enzymatisch bei mehrfachen Laborkontrollen kein Nachweis eines frischen Infarktes.

Coronarographie: Kurzstreckige, umschriebene Stenosierung des R. interventricularis anterior knapp 2 cm vom Ursprung der linken Coronararterie. Keine weiteren auffälligen Veränderungen links.
Knapp 1 cm peripher des rechten Ostiums besteht eine hochgradige Stenose der rechten Coronararterie, die in einer Ausdehnung von etwa 5 mm zu einer Lumeneinengung von sicher 80 % geführt hat. Normale Verhältnisse an der Sinusarterie, am Conus pulmonalis-Ast, an der Vorhofarterie, am rechten Kantenast sowie am R.interventricularis posterior. Keinerlei weitere Stenosierungen. Normales retrogrades Laevocardiogramm.

EKG- und Druckkurvenbefund: Bis auf kurzfristig zu verzeichnende gehobene ST-Abgänge bei der Sondierung der linken Coronararterie, EKG-Verlauf und Druckkurvenbefunde unauffällig.

Zu Fallbericht Nr. 5:

Kurzstreckige, umschriebene Stenosierung des R. interventrikularis anterior knapp 2 cm vom Ursprung der linken Coronararterie (Abb. 5a)

Abb. 5a

Knapp 1 cm peripher des rechten Ostiums besteht eine hochgradige Stenose der rechten Coronararterie, die in einer Ausdehnung von etwa 5 mm zu einer Lumeneinengung von sicher 80% geführt hat (Abb. 5b)

Abb. 5b

Ferner kann zwischen Stenosen aufgrund organischer Verengungen des Gefäßlumens, Arterienspasmen, die durch sog. Coronardilatatoren medikamentös zu beheben sind und Muskelbrücken, die an ihren mit dem Herzzyklus parallel gehenden Kaliberschwankungen (systolische Verengung und diastolische Erweiterung) zu erkennen sind, unterschieden werden. (51) Darüberhinaus gelingt die Darstellung von vorhandenen Kollateralen und Anastomosen, (95) welche gerade bei totalen Verschlüssen in einem hohen Prozentsatz der Fälle beobachtet werden; denn der eindeutige Nachweis von Anastomosen (Füllung der distal der Obstruktion gelegenen Gefäßabschnitte durch das gegenseitige Coronarsystem) sowie von Kollateralen (Füllung der distalen Gefäßabschnitte durch die Stenose überbrückende und umgehende Gefäße) (79), ist nicht nur aus prognostischen Gründen (21), sondern auch zur Beurteilung der Operabilität unerläßlich. (47)

Auch dazu werden Beispiele aus der eigenen Untersuchungsreihe mit klinischen und koronarangiographischen Befunden aufgeführt.

Fallbericht Nr. 6:

Patient W.H., 58 J. ♂ :

Anamnese: 1958 erstmals Herzbeschwerden. 1970 Vorderwandinfarkt. Nach Entlassung und systematischem Auftraining bestanden weiterhin sehr erhebliche pektanginöse Beschwerden, die eine Wiederaufnahme der beruflichen Tätigkeit unmöglich machten.

Befund: 58jähriger Patient in etwas reduziertem A.Z. bei asthenischem Konstitutionstyp. Klinisch keine Zeichen einer cardialen oder pulmonalen Insuffizienz. EKG: Sinusrhythmus. Zeichen eines Vorderwandinfarktes im Folgestadium.

Coronarangiographie: Obstruktion des R.descendens anterior der linken Coronararterie 2 cm nach seinem Abgang und auf eine Distanz von etwa 20 mm. Kollateralversorgung und retrograde Durchströmung seines Versorgungsgebietes über den R.circumflexus sinister und die A.obtusus marginalis sinister, außerdem schließlich über die rechte Coronararterie und hier besonders den R.descendens posterior. Umschriebene, recht ausgeprägte Stenosierung des Haupstammes der rechten Coronararterie auf eine Distanz von 10 mm, 13 cm nach dem Abgang des Gefäßes und Überbrückung dieser Stenose durch Kollateralen der rechten Ventrikelarterie.

Das linksseitige Ventrikulogramm ergibt keinen auffallenden Befund.

EKG und Druckkurvenbefund: Unauffällig.

Zu Fallbericht Nr. 6:

Obstruktion des R.descendens anterior der li. Coronararterie 2 cm nach seinem Abgang und auf eine Distanz von etwa 20 mm. Kollateralversorgung und retrograde Durchströmung seines Versorgungsgebietes über den R.circumflexus und die A.obtusus marginalis sinister. (Abb. 6a)

Abb. 6a

Umschriebene, recht ausgeprägte Stenosierung des Hauptstammes der rechten Coronararterie auf eine Distanz von 10 mm, 13 cm nach dem Abgang des Gefäßes und Überbrückung dieser Stenose durch Kollateralen der rechten Ventrikelarterie. (Abb. 6b)

Abb. 6b

Fallbericht Nr. 7:

Patient H.N., 40 J. ♂ :

Anamnese: 1969 sei im EKG ein Linksschenkelblock festgestellt worden, der einige Jahre vorher bei einer Routineuntersuchung nicht nachweisbar gewesen wäre. 1970 mehrwöchige Krankenhausbehandlung wegen eines Hinterwandinfarktes. Einige Wochen später oscillographischer Nachweis von schweren Durchblutungsstörungen im linken Bein; keine Sicherung der Diagnose durch Arteriographie, Einleitung einer Antikoagulantienbehandlung durch Marcumar. Jetzt vor 6 Wochen dann stationäre Aufnahme wegen einer ventrikulären Tachykardie mit einer Frequenz von ca. 180/min.

Befund: 40jähriger, adipöser Patient in ausreichendem A.Z. Im EKG zunächst ventrikuläre Tachykardie mit einer Frequenz von ca. 180/min. Nach Defibrillation Sinusrhythmus, kompletter Linksschenkelblock und Verdacht auf Infarktnarbe im supraapikalen Bereich. Elektrokardiographisch und enzymatisch kein Hinweis auf ein frisches Infarktgeschehen. Bei der Röntgenaufnahme des Thorax deutlich nach links dilatiertes Herz. Unauffälliges Aortengefäßband. Keine Lungenstauung. Periphere arterielle Verschlußkrankheit mit oscillographischem Nachweis einer Stenosierung vom Oberschenkeltyp links bei ausreichender Kollateralversorgung. Laborklinisch Nachweis einer hochgradigen Hypertriglyceridämie.

Coronarographie: Verschluß der rechten Coronararterie ca. 2,5 cm distal vom Ostium auf eine Distanz von 3 cm mit Kollateralversorung über die Rr.ventriculares und die septalen Äste. Grosser linker Ventrikel mit Verminderung der Kontraktionsfähigkeit. Kein Wandaneurysma.

Kymogramm: Hypokinetische Zone im mittleren Abschnitt der linken Herzkontur. Unter Berücksichtigung des Befundes beim Laevocardiogramm, das eine sehr dünne Ventrikelwand zeigte, dürfte es sich hierbei um eine alte Schwiele handeln.

EKG- und Druckkurvenbefund: Unauffällig.

Zu Fallbericht Nr. 7:

Verschluss der rechten Coronararterie ca. 2,5 cm distal vom Ostium auf eine Distanz von 3 cm mit Kollateralversorgung über die Rr. ventriculares und die septalen Äste. (Abb. 7a und 7b)

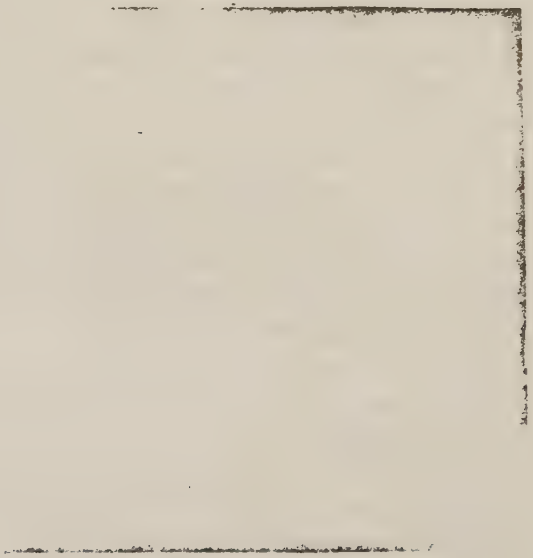

Abb. 7a

Abb. 7b

Fallbericht Nr. 8:

Patient L.F., 47 J. ♂ :

Anamnese: Anfang 1972 Herzinfarkt. Seit etwa 1 Jahr Beschwerden im Sinne einer arteriellen Verschlußkrankheit bd. Beine. Hyperlipidämie bekannt.

Befund: 47jähriger Patient in altersentsprechend gutem A.Z. Klinisch keine Zeichen einer cardialen oder pulmonalen Insuffizienz. Im EKG: Sinusrhythmus. Relativer A V - Block I°. Periphere Niedervoltage. Linksventrikuläre Störungen der Erregungsrückbildung. Ein deutliches Q in II, III a V F und D kann als Zeichen eines durchgemachten Hinterwandinfarktes gewertet werden. Im Belastungs-EKG bis 70 Watt (hier Abbruch wegen pectanginöser Beschwerden) Zeichen der Koronarinsuffizienz.

Coronarographie: Allgemeine, geringgradige atheromatöse Wandunregelmäßigkeiten an den Kranzarterien. Segmentale Stenose des R.interventricularis anterior ca. 1 cm nach seinem Abgang. Verschlüsse des R.circumflexus und des R.marginalis mit retrograder Darstellung der peripheren Gefäßstümpfe über Septalarterien sowie den R.interventricularis anterior. Verschluß der rechten Coronararterie auf eine Länge von ca. 2 cm am Übergang von proximalen zum mittleren Drittel mit reichlichem Kollateralkreislauf.

EKG- und Druckkurvenverlauf: Bis auf passager während der Sondierung der linken Coronararterie auftretende Erregungsrückbildungsstörungen unauffälliger EKG- und Druckkurvenverlauf.

Zu Fallbericht Nr. 8:

Allgemeine, geringgradige atheromatöse Wandunregelmäßigkeiten an den Kranzarterien. Segmentale Stenose des R.interventricularis anterior ca. 1 cm nach seinem Abgang. Verschlüsse des R. circumflexus und des R. marginalis mit retrograder Darstellung der peripheren Gefäßstümfe über Septalarterien sowie den R.interventricularis anterior. (Abb. 8a und 8b)

Abb. 8a

Abb. 8 b

Verschluss der rechten Coronararterie auf eine Länge von ca. 2 cm am Übergang vom proximalen zum mittleren Drittel mit reichlichem Kollateralkreislauf. (Abb. 8c)

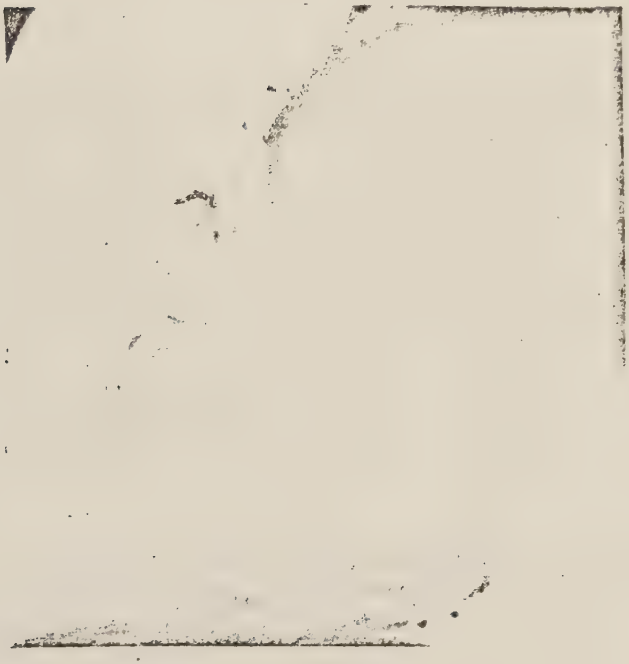

Abb. 8 c

Fallbericht Nr. 9:

Patient H.J., 46 J. ♂ :

Anamnese: Seit etwa 10 Jahren Hypertonie bekannt und behandelt. April 1973 Hinterwandinfarkt. Seit dieser Zeit auch Hypercholesterinämie und Hypertriglyceridämie mäßigen Grades bekannt. Zur Zeit in Ruhe und bei üblicher körperlicher Belastung keine Angina pectoris.

Befund: 46jähriger, gering übergewichtiger Patient in ausreichendem A.Z. Klinisch keine Zeichen einer Herzinsuffizienz. Im EKG Übergang zum überdrehten Linkspositionstyp. Sinusrhythmus von 62/min. Inkompletter Rechtsschenkelblock vom Wilson Typ. Geringe linksventrikuläre Erregungsrückbildungsstörungen. Hinterwandinfarkt im Narbenstadium. Im Belastungs-EKG treten bereits bei einer fahrradergometrischen Belastung von 70 W uniloculäre, fix gekuppelte ventriculäre Extrasystolen in Form einer Bigeminie auf, die nach Belastung an Häufigkeit abnehmen und nach 3 Minuten Ruhe völlig geschwunden sind.

Coronarangiographie: Verschluß der rechten Coronararterie ca. 2cm distalwärts vom Ostium. Kollateralgefäßbildung über die inzwischen kräftig entwickelten Vorhofarterien. Nach Fehlen der retrograden Darstellung des peripheren Gefäßstumpfes kann über die Länge des Verschlusses keine genaue Aussage gemacht werden.
Unauffällige Verhältnisse im Bereich der linken Coronararterie. Normales Laevocardiogramm.

EKG- und Druckkurvenverlauf: Unauffällig

Verlauf: Nach Rücksprache mit der chirurgischen Universitätsklinik Erlangen (Prof.Hegemann) auf Grund des Coronarangiographiebefundes keine Indikation zu einem coronar-chirurgischen Eingriff.

Zu Fallbericht Nr. 9:

Verschluß der rechten Coronararterie ca. 2 cm distalwärts vom Ostium. Kollateralgefäßbildung über die inzwischen kräftig entwickelten Vorhofarterien. (Abb. 9a und 9b)

Abb. 9a

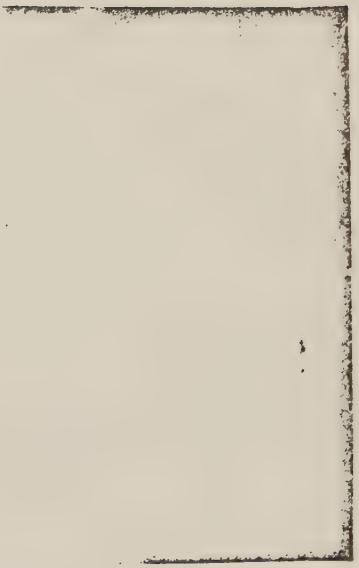

Abb. 9 b

Gerade für die immer mehr an Bedeutung gewinnende Koronarchirurgie ist die Koronarangiographie unbedingte Voraussetzung für die Selektion der Patienten, die einem koronarchirurgischen Eingriff zugänglich sind. Die Koronarographie ist hierbei nicht nur für die Indikationsstellung zur Operation sondern auch für die Wahl des einzuschlagenden Operationsverfahrens unerläßlich. (3) Die Notwendigkeit einer exakten praeoperativen Diagnostik mittels der Angiographie ergibt sich aber nicht nur bei der Koronarsklerose; bei der Zunahme der Thoraxtraumen sei auch auf den traumatischen, umschriebenen, angiographisch nachweisbaren Verschluß hingewiesen, ebenso auf die arterio-venösen Fisteln und das Koronararterienaneurysma. (22)

Zusätzliche diagnostische Daten können bei der Koronarographie mit der Laevocardiographie gewonnen werden. Diese ergänzende angiographische Untersuchung, die im Anschluß an jede Koronararteriographie erfolgen sollte, ermöglicht neben der linksventrikulären Druckmessung eine Beurteilung von Größe, Form, Lage, Wanddicke sowie Kontraktionsablauf des linken Ventrikels und somit den Nachweis von Aneurysmabildungen, akinetischen, dys- oder hypokinetischen Zonen, die durch Schwielenbildung oder lokalen ischämiebedingten Kontraktionsverlast entstehen (44), (3).

Es wird dazu aus der eigenen Untersuchungsreihe ein Beispiel eines im Laevocardiogramm nachgewiesenen Herzwandaneurysmas demonstriert.

Fallbericht Nr. 10:

Patient R.H., 57 J. ♂ :

Anamnese: 1968 supraapikaler Vorderwandinfarkt. 1971 elektrokardiographisch stummer, enzymatisch und klinisch jedoch weitgehend gesicherter Reinfarkt. Jetzt noch pektanginöse Beschwerden bei körperlicher Belastung und bei Aufregung.

Befund: 57jähriger Patient in gutem A.Z. Keine Zeichen einer cardialen oder pulmonalen Insuffizienz. Im EKG: Sinustachykardie, inkompletter Rechtsschenkelblock, Deformierung des Kammerkomplexes im V_6 als Folge des durchgemachten supraapikalen Infarktes. Belastung wird nur bis 40 W toleriert, schon dabei treten uncharakteristische Beschwerden und allgemeines Schwächegefühl auf. Im Bel. EKG über der vorderen Brustwand werden Erregungsrückbildungsstörungen deutlich, die aber noch nicht eindeutig auf eine coronare Mangeldurchblutung bezogen werden können.

Coronarangiographie: Bei allgemein ausgedehnten deformierenden atheromatösen Wandveränderungen an beiden Koronararterien Ausbildung einer umfangreichen flächenhaften Vernarbung des Herzmuskels im Bereich der Vorderwand im Sinne eines Herzwandaneurysmas.

Laevocardiogramm: Die Füllungssilhouette des linken Ventrikels läßt in der Systole eine Zerlegung erkennen. Man erkennt eine gute und unauffällige Kontrastierung der Ausflußbahn des linken Ventrikels, während im Spitzengebiet eine weitere etwa hühnereigroße Kontrastportion zur Darstellung gelangt, die sich nur zögernd entleert. Die Ventrikelwand ist an der Stelle verdünnt.

EKG und Druckkurvenbefund: Bis auf einen kurzzeitigen Druckabfall auf Werte von 48/18mmHg bei der Sondierung der rechten Koronararterie; unauffälliger EKG-Druckkurvenverlauf.

Zu Fallbericht Nr. 10:

Herzwandaneurysma im Bereich der Vorderwand (Abb. 10a und 10b)

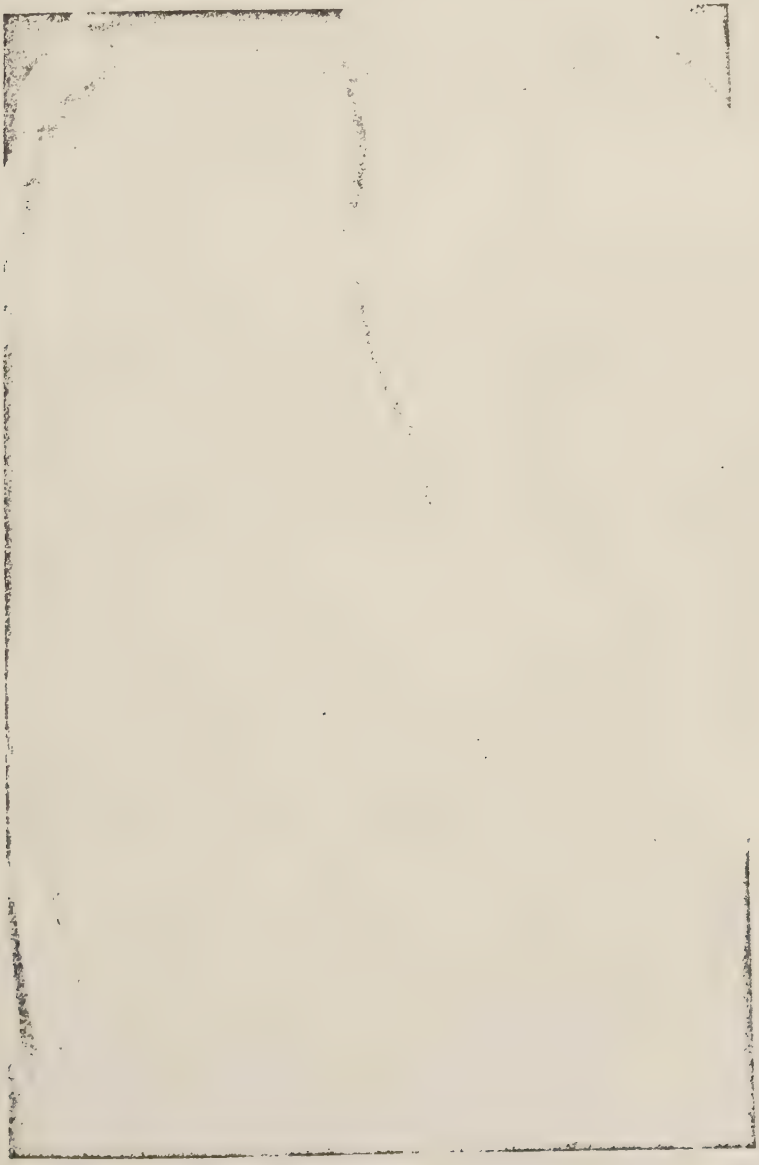

Abb. 10 a

Abb. 10 b

Bei der Beurteilung des Wertes der Koronarangiographie sollte man sich aber auch der methodebedingten Beschränkung bewußt sein. Durch Kontrastmitteldarstellung kann man zwar die pathologischen Veränderungen der großen und mittelgroßen Koronararterien in zufriedenstellender Weise beurteilen, aber die Methode gewährt keineswegs eine direkte Aussage über den morphologischen Gefäßzustand der kleinsten Verästelungen (11). Die heute aufgrund verschiedener Studien gewonnenen Resultate ergaben jedoch einheitlich, daß vor allen Dingen der selektiven Methode der Koronarographie in bezug auf die diagnostische Aussagekraft eine für die Klinik mehr als genügende Genauigkeit zukommt, auch wenn berücksichtigt werden muß, daß mit der Koronarographie, Zahl, Schweregrad und Ausdehnung der Verschlüsse bis zu einem gewissen, wenn auch wesentlich geringerem Ausmaß als vermutet, unterschätzt werden. Dies wird überdies durch den Vergleich mit größeren anatomisch-pathologischen Untersuchungen vollauf bestätigt, indem postmortal bei Patienten mit Infarkt oder schwerer Angina pectoris bezüglich Schweregrad und Ausdehnung der Veränderungen sowie Anzahl der betroffenen Äste weitgehend identische Verhältnisse gefunden werden. Wesentlich erscheint die Feststellung, daß zwischen der selektiven Koronarographie in vivo und den postmortalen Untersuchungen weitgehende Übereinstimmung darüber besteht, daß die Koronarsklerose vorwiegend eine Erkrankung der größeren Hauptäste ist (52), (79) und somit das Koronarogramm eine genügend exakte diagnostische Methode darstellt, da sie Aussagen über die wesentlichen, extramural gelegenen Gefäßabschnitte machen kann.

VI. Koronarchirurgische Eingriffe:

Die in den letzten Jahren fortschreitende Perfektionierung der angiographischen Technik zur Darstellung der Koronararterien hat diese Untersuchung zu einer risikoarmen Methode von hohem diagnostischem Wert werden lassen. Aufgrund der verbesserten Diagnostik der Koronarerkrankungen war es möglich, diese verstärkt und gezielter chirurgisch anzugehen. Im Rahmen der gesamten Herzchirurgie nehmen deshalb die Eingriffe am Herzkranzgefäßsystem einen immer größeren Raum ein (45), (58), (57), (82). Die Koronarographie gibt dabei nicht nur den Ausschlag bei der Indikationsstellung zu einem koronarchirurgischen Eingriff und bei der Wahl des einzuschlagenden Operationsverfahrens, sondern sie ermöglicht postoperativ auch eine Erfolgsbeurteilung der durchgeführten chirurgischen Therapie. (57)

Es kommen heute praktisch 2 Methoden der chirurgischen Behandlung einer koronaren Herzerkrankung in Betracht: Die intramyokardiale Implantation einer Systemarterie sog. Vineberg'sche Operation (92) und die direkte lokale Rekonstruktion des stenosierten Gefäßes. (31)

V i n e b e r g ' s c h e O p e r a t i o n : Die Vineberg'sche Operation ist die Methode der Wahl bei Langstreckenverschlüssen an den Koronargefäßen. Hierbei wird durch intramyokardiale Implantation einer extrakardialen Arterie , in der Regel der A.mammaria interna, aber auch der A.gastroepiploica und der A.lienalis bei ungenügender Ausbildung der A.mammaria, auf indirektem Wege versucht, die Durchblutung des Herzmuskels zu verbessern. VINEBERG in Montreal hatte schon 1946 dieses Verfahren angegeben, aber erst die Entwicklung der Koronarangiographie in den 60er Jahren hat bewiesen, daß solche in den

Herzmuskel eingepflanzten Systemarterien in einem hohen Prozentsatz der Fälle (80 %) (31) durchgängig bleiben und über Kollateralen Anschluß an das Herzkranzgefäßsystem gewinnen. Voraussetzung zur Entwicklung von Kollateralen nach einer Vineberg'schen Operation ist eine Stenosierung der Koronararterien von wenigstens 50-90 %. Das Druckgefälle zwischen dem Hochdruckgebiet - Aorta und A.mammaria - und dem Niederdruckgebiet, welches distal der Stenose liegt, ist neben ischämischen Stoffwechselprodukten der wichtigste Anreiz zur Kollateralenbildung zwischen A.mammaria und den Herzkranzgefäßästen. Praeoperativ muß gefordert werden, daß angiographisch distal der Obstruktion Kranzgefäßverzweigungen sichtbar sind und daß ein funktionstüchtiges Myocard vorliegt, da eine Kollateralenbildung in muskelfreien Narbenbezirken nicht stattfindet. (30), (31) Da z.Zt. vergleichende Untersuchungen zwischen Vineberg'scher Operation und konservativer Therapie bei Koronarerkrankungen, die koronarographisch definierte Patienten bezüglich ihrer Symptomatik, ihrer Aktivität, ihrer Infarkthäufigkeit und ihrer Überlebenszeit berücksichtigen, nicht vorliegen, müssen die Ergebnisse der Vineberg'schen Operation besonders durch die in Amerika gemachten Erfahrung (80 % gebessert, 1/3 frei von Angina pectoris-Beschwerden) (31) als gut und der konservativen Therapie überlegen bezeichnet werden (60 % gute Resultate, 25 % schlechte Resultate (65)). Einen Nachteil dieser Methode stellt die Tatsache dar, daß die notwendige Tunnelierung des Myocards zu vorübergehenden Funktionsstörungen führt (32) und nicht mit einer unmittelbaren postoperativen Besserung gerechnet werden kann, da die Ausbildung der Kollateralen bis zu 18 Monate in Anspruch nehmen kann.

Im Einzelnen stellen sich die Indikationen und Kontraindika-

tionen zur Vineberg'schen Operation zusammengefaßt folgendermaßen dar, (31):

I. Indikationen mit geringem Operationsrisiko

1) Schwere Angina-pectoris-Beschwerden, die länger als 1 Jahr bestehen, bei angiographisch nachweisbarer Stenosierung einer oder 2 Koronararterienäste auf mehr als 90 % des Lumens.

2) Zustand 6-9 Monate nach einem durchgemachten Herzinfarkt bei längerstreckigem und distalen Verschluß eines Koronararterienastes.

3) Linksherzhypertrophie (diffuse Wandveränderungen und Stenosen an den Hauptstämmen und -ästen der Koronarien mit Lumeneinengung über 75 %).
Voraussetzungen dabei sind Normalgewicht und Lebensalter unter 60 Jahre.

II. Indikationen mit erhöhtem Operationsrisiko

1) Bei Stenosierung von 3 Koronararterienästen mit Arterienlumeneinengung von weniger als 90 % = sog. diffuse Dreifach-Koronararterienerkrankung

2) Bei Herzwandaneurysma bis 8 cm^3.

3) Bei Erhöhung des enddiastolischen linksventrikulären Druckes auf 15 mmHg.

4) Bei tachykarden Herzrhythmusstörungen.

5) Bei Übergewicht von 20 %, Alter zwischen 60 und 65 Jahre und bei instabilem Diabetes mellitus.

6) Bei schlecht einzustellender Hypertonie

III. Kontraindikationen zur Vineberg'schen Operation

1) Frischer Myocardinfarkt.

2) Verschlüsse von 2 Koronararterienästen bei diffuser Koronarsklerose mit Gefäßlumeneinengung über 75 %.

3) Schwere Reizleitungsstörungen: Linksschenkelblock, totaler AV-Block oder Tachyarrhythmia absoluta mit cardialer Dekompensation.

4) Großes Herzwandaneurysma mit Kontraktionsunvermögen des linken Ventrikels

5) Erhöhung des enddiastolischen linksventrikulären Druckes über 15 mmHg

6) Herzklappenfehler (Insuffizienz, Stenosen)

7) Inkurable Zweitkrankheit (Carcinom)

8) Alter über 65 Jahre

Direkte Rekonstruktion: Die direkte lokale Rekonstruktion der Herzkranzgefäße ist der intramyocardialen Arterienimplantation (Vineberg'sche Operation) überlegen; sie kommt aber nur bei umschriebenen Kurzstreckenverschlüssen im proximalen Gefäßabschnitt der rechten oder linken Koronararterie in Betracht, und auch nur dann, wenn der distal der Verschlusses liegende Gefäßteil noch ein genügendes Lumen besitzt, um nach Anlegen eines Bypass einen annähernd normalen Blutfluß zu gewährleisten. Bei der direkten Rekonstruktion der Koronargefäße unterscheiden wir folgende Operationsverfahren:

1. Endarterektomie mit oder ohne sog. Venen-patchgraft
2. Ersatz des stenosierenden Segmentes durch ein Venenstück
3. Anastomosierung der A.mammaria interna mit der betroffenen A.coronaria distal des Verschlusses

4. Aorto - coronarer Bypass

Bei der Anwendung dieser Operationsverfahren hat sich inzwischen herausgestellt, daß der Aorto-coronare Bypass wohl als Methode der Wahl bei Kurzstreckenverschlüssen der Koronarien anzusehen ist. Bei diesem Verfahren läßt man den stenotischen Bezirk unberührt und führt ein beim Patienten entnommenes Stück der V.saphena magna von der Aorta zur distal des Verschlusses liegenden Herzkranzgefäßstrecke. Mit dieser Methode lassen sich in ca. 80 % der Fälle gute Spätergebnisse erzielen. Erwähnenswert dabei ist, daß Eingriffe an der rechten Koronararterie in der Regel gute Ergebnisse bringen, Eingriffe an der linken oder an 2 Koronararterien hingegen eine hohe Mortalitätsrate aufweisen. (80)

Weniger günstig sind die Ergebnisse bei der Endarterektomie mit Ausschälung der arteriosklerotischen Plaques und anschliessender Erweiterung des Arterienlumens mit einem Venenpatch, da sich einmal die Intima der abgehenden kleinen Gefäßäste einrollen und zu Verschlüssen führen kann (57), zum anderen die Lumenerweiterung der Arterie mittels Venenpatch die Neigung zur Thrombosierung und zur Schrumpfung der Anastomose in sich birgt.

Als unbedingter Vorteil der direkten, rekonstruktiven Operationsverfahren ist die sofortige Wirksamkeit des Eingriffes in bezug auf eine Normalisierung der Koronardurchblutung anzusehen.

Eine Kombination beider Operationsverfahren - Vineberg'sche Operation und direkte Rekonstruktion - ist ebenfalls möglich, z.B. bei Kurzstreckenverschluß einer Koronararterie und gleich-

zeitig bestehenden diffusen Langstreckenverschlüssen der anderen Koronarie.

Erwähnenswerte, heute nicht mehr angewandte Methoden der Chirurgie der Koronarinsuffizienz sind die cervikale Sympathektomie, die paravertebrale Anästhesie, die perikoronare Neurektomie, die Resektion der präarteriellen Plexus, die Thyreoidektomie, das Aufsteppen des M.pectoralis oder des Omentum auf den Herzmuskel, die Epicardektomie mit nachfolgendem Einstreuen von Asbestpuder und die Unterbindung der A.mammaria, Methoden, die der Beseitigung des Herzschmerzes, der Reduktion der Herzarbeit und Stimulation von Kollateralen dienen sollten.

Ebenfalls im Rahmen der chirurgischen Behandlung der Koronarerkrankungen muß das Verfahren der Herzwandaneurysmaresektion gesehen werden; denn nicht selten besteht als Folgezustand eines ausgedehnten Myocardinfarktes ein Herzwandaneurysma, welches in der Folgezeit zu einer Herzinsuffizienz, zu arteriellen Embolien und selten auch einmal zu einer Rupturierung führen kann. Durch Resektion der funktionsarmen Aneurysmawand können diese Gefahren nun beseitigt und die Hämodynamik des Herzens, vorwiegend des linken Ventrikels, deutlich verbessert werden.

Isoliert oder in Kombination mit revascularisierenden Eingriffen kann die Aneurysma-Resektion vorgenommen werden. Die Operationsstatistik von 4.000 Patienten, die zwischen 1962 und 1970 an der Klinik in Cleveland operiert wurden, ergab eine Letalität bis 28 Tage nach dem Eingriff von 4 % bei Einzelimplantaten bzw. Einzel-Bypass Operationen und von 6 % bei Doppelimplantaten. 80 % der Patienten gaben klinisch eine deutliche Besserung an, wobei postoperative Koronarangiogramme zeigten,

daß zwar 92 % der Implantate offen, aber nur 65 % durch Kollateralen an das Kranzgefäßsystem angeschlossen waren. Deutsche Kliniken weisen bei wesentlich kleinerer Fallzahl ähnliche Ergebnisse auf. (97), (32)

Von großem Interesse ist auch die Tatsache, daß es Indikationen zur dringlichen und sofortigen Durchführung eines aortokoronaren Bypass nach Erstellung eines Koronarangiogrammes gibt. Während bei dem größten Teil der Patienten ein coronarchirurgischer Eingriff als geplante Operation vorgenommen werden kann, scheint nach bestimmten Bedingungen ein unmittelbares chirurgisches Eingreifen zu einem frühestmöglichen Zeitpunkt angezeigt und zwar bei

1. einem unmittelbar drohenden Herzinfarkt
2. einem Zwischenfall bei oder nach der Koronarographie
3. einem durch konservative Therapie nicht zu beeinflussenden progredienten cardiogenen Schock
4. und auch, wenn die Lokalisation der Koronarerkrankung bei Auftreten eines Infarktes zum Herzversagen führen muß, z.B. bei einer hochgradigen Stenose des Stammes der linken Koronararterie bei gleichzeitigem Verschluß der rechten Koronararterie.

Diese deutliche Erweiterung der Indikation dürfte zum augenblicklichen Zeitpunkt aber sicher nicht Allgemeingültigkeit besitzen. Der Prozentsatz dieser Notoperationen ist im Verhältnis zu den elektiv durchgeführten koronarchirurgischen Eingriffen vergleichsweise gering, z.B. wurden im Departement of Surgery des Methodist Hospital in Houston/Texas nur ca. 2,6 % der koronarchirurgischen Operationen nicht elektiv sondern als Notoperationen vorgenommen. Die dabei verzeichnete Letalität von 35 % muß zwar als hoch bezeichnet werden, doch repräsen-

tiert sie die außergewöhnlich starke Gefährdung dieser Patienten, bei denen ja schon primär eine sehr ungünstige Ausgangslage bestand und denen durch diesen Soforteingriff eine noch annehmbare Chance geboten wurde. (85), (32)

Als letzte chirurgische Behandlungsmöglichkeit einer schweren Koronarerkrankung sei die Herztransplantation erwähnt. Vergleichende statistische Untersuchungen in den USA zwischen Patienten mit und ohne Herztransplantationen haben ergeben, daß die Überlebenszeit der operierten Patienten höher ist. Das längere Überleben der Mehrzahl der Patienten und die Wiederaufnahme der Arbeit nach Verlassen der Klinik haben bewiesen, daß ein weitgehend normales Leben mit einem transplantierten Herzen möglich ist, da als Ziel dieser chirurgischen Maßnahmen eben nicht nur eine Verlängerung des Lebens, sondern vor allen Dingen eine Verbesserung des Zustandes und der Leistungsfähigkeit des Patienten gesehen werden muß. Aus diesen Gründen müßte eine Herztransplantation als palliative letzte Behandlungsmöglichkeit gerechtfertigt sein, eine allgemeine klinische Anwendung wäre zum augenblicklichen Zeitpunkt jedoch verfrüht.

VII. Komplikationen und Risiken:

Die Koronarographie ist keinesfalls eine indifferente diagnostische Maßnahme, sondern muß vielmehr im Vergleich zu den übrigen diagnostischen Untersuchungen zum Nachweis einer Koronarerkrankung als eine "invasive" Methode (43) angesehen werden. Neben den allgemeinen Risiken einer jeden Katheteruntersuchung zumal im arteriellen Gefäßschenkel, birgt die röntgenologische Kontrastdarstellung der Koronararterien insbesondere mit der selektiven Technik zusätzliche Komplikationsmöglichkeiten. Die bei der Schaffung eines arteriellen Zugangsweges mittels Eröffnung oder Punktion entstehenden möglichen Folgeerscheinungen wie Gefäßverschlüsse, Gefäßdissektionen auch der Koronargefäße (28), Aneurysma- oder Fistelbildungen und ausgedehnte Hämatome an der Punktionsstelle (44), (12), (29), sowie arterielle Embolien der verschiedensten Organe durch verschleppte thrombotische oder atheromatöse Massen als Folge der bei der Untersuchung notwendigen Kathetermanipulation sind geläufig (5). Als zusätzliche katheterbedingte Komplikationen müssen dann hier speziell bei der Koronarographie Verletzungen der Aortenklappen, Ventrikelperforationen (44), (12), (56) und Okklusion eines Koronarostiums erwähnt werden. Obwohl ein echter Vergleich aufgrund der zahlenmäßig überwiegenden Untersuchungsreihen mit der Sones'schen Technik gegenüber der Judkins'schen Technik endgültig sicherlich nicht gezogen werden kann, scheint nach Ansicht mehrerer Untersucher die Gefahr der Blockierung eines Ostiums und die Gefahr von Gefäßdissektionen bei letztgenannter Technik durch die Verwendung präformierter und steiferer Katheter größer zu sein.

Eine weitere Komplikationsmöglichkeit die bei allen angiographischen Untersuchungen berücksichtigt werden muß, stellen die

Kontrastmittelunverträglichkeiten und im speziellen Teil der Koronarographie noch zusätzlich die lokalen Kontrastmittelunverträglichkeiten am Myocard dar (5), (49), (69). Die cardiotoxische Wirkung der Kontrastmittel äußert sich im EKG durch typische Veränderungen der Nachschwankung; z.B. bei Registrierung der Abl. III oder II erfolgt bei Injektion des Kontrastmittels in die rechte Koronararterie eine T-Inversion und bei Injektion in die linke Koronararterie eine T-Überhöhung. Diese Veränderungen lassen sich jedoch fast ausschließlich bei normalen Koronararterien bzw. bei nicht geschädigtem Myocard nachweisen. Bei einer schon primär bestehenden pathologischen Ruhenachschwankung bleiben Repolarisationsveränderungen in der Regel aus. Experimentelle Tierversuche scheinen aber zu zeigen, daß diese Nachschwankungsveränderungen nicht auf eine Ischämie zurückzuführen sind, sondern durch Änderung der Polarität der Zellmembran hervorgerufen durch die Verabreichung einer hypertonen Lösung, wie sie das Kontrastmittel ja darstellt, bedingt sind. EKG-Störungen anderer Art manifestieren sich in Bradycardien und bradycarden Herzrhythmusstörungen sowie in vorübergehenden, meist kurzzeitig anhaltenden Schenkelblockbildern und Extrasystolen, wobei letztere vor allen Dingen bei der Laevocardiographie beobachtet werden (52). Vorübergehende Hypotonien und Koronararterienspasmen werden ebenfalls nicht selten registriert. Als schwerwiegende Zwischenfälle sind das Auftreten von Kammerflimmern oder von Asystolien (12), (29) anzusehen, die häufig durch eine lokale Kontrastmittelunverträglichkeit oder unsachgemäße Handhabung des Katheters (zu tiefes Einführen, Blockierung der Koronarostien) bedingt sind. Bewirkt die Kontrastmittelinjektion fast regelmäßig eine deutliche Bradycardie, vor allen Dingen bei Injektion in die rechte Koronararterie, wahrscheinlich infolge der vorübergehenden Reizung des

Sinusknotens (39), so konnten Asystolien in vereinzelten Fällen über mehrere Sekunden beobachtet werden. Diese Komplikationen wie Asystolie und Kammerflimmern sind aber einmal häufig spontan zum anderen durch elektrische Defibrillation und extrathorakale Herzmassage sowie zusätzliche medikamentöse Therapiemaßnahmen reversibel.

Neben der Asystolie und dem Kammerflimmern müssen als weitere mit einer nicht unerheblichen Mortalitätsrate belastete Zwischenfälle der akute Myocardinfarkt, der cardiogene Schock und Herzversagen ("pump failure") angesehen werden. (41), (44), (53), (5), (12), (29)

Daran anschließend drei Fallberichte aus dem eigenen Untersuchungsgut.

Fallbericht Nr. 11:

Patient K.M., 59 J. ♀ :

Anamnese: Seit der Kindheit fast täglich auftretendes Nasenbluten, als Ursache wurde 1967 ein M.Osler festgestellt. Angeblich nie stenocardische Beschwerden. Am 12.10.1971 stationäre Aufnahme wegen plötzlichem Kollapszustand nach vorausgegangenem stechendem Schmerz in der Herzgegend mit Ausstrahlung in den linken Arm und den Unterkiefer, Atemnot, Schweißausbruch und Übelkeit. Einweisung unter Verdacht auf Myocardinfarkt.

Befund: 59jährige Patientin in altersentsprechendem A.Z. Kein Nachweis einer manifesten Herzinsuffizienz. EKG: Sinusrhythmus, linksventrikuläre Störungen der Erregungsrückbildung. Bei mehrfachen EKG- und Enzymkontrollen kein Nachweis eines frischen Infarktgeschehens. Im späteren Belastungs-EKG: Sinusrhythmus, linksventrikuläre Störungen der Erregungsrückbildung, die unter Belastung bis 110 W deutlich an Ausmaß im Sinne einer pathologischen Belastungsreaktion zunehmen.

Coronarographie: Kein Nachweis stenosierender oder obstruierender Veränderungen an der linken Coronararterie. Verdacht auf Abgangsstenose der A.coronaria dextra mit geringer poststenotischer Dilatation. Verdacht auf frischen embolischen Verschluß im distalen Abschnitt der rechten A.coronaria.

EKG- und Druckkurvenverlauf: Zunächst unauffälliger EKG- und Druckkurvenverlauf. Bei der Sondierung der rechten Coronararterie zeigt das EKG zunächst keine Veränderungen. Es wird ein Druck von 211-220/115-120 mmHg gemessen. Bei der röntgenologischen Kontrolle zeigt sich jedoch, daß die rechte Coronararterie nicht vom Katheter intubiert worden war, sondern daß dessen Spitze wieder in der Aorta lag. Erst nach

wiederholten Versuchen gelang es, die rechte Coronararterie wieder mit dem Katheter zu intubieren, worauf es zu einem sofortigen Druckabfall auf Werte unter 60 mmHg kam. Dennoch gelang es, eine semiselektive und selektive Darstellung der rechten Coronararterie röntgenologisch zu erreichen. Direkt nach Aufnahmeende zeigten sich in den Ableitungen II jedoch die Zeichen eines frischen Infarktes mit hohem concordanten S T-Abgang nach verbreitertem Q R S-Komplex und symmetrisch dazu gelegenen diskordanten S T-Senkungen in Abl. I mit praeterminal neg. T. Kurzfristig auftretendes Kammerflimmern konnte durch sofortige Reanimationsmaßnahmen einschließlich Defibrillation behoben werden. Nach Überbrückung des Kreislaufstillstandes wurde die Patientin unter der Diagnose eines Vorderwandinfarktes auf die Medizinische Intensivstation verlegt.

Bei weiteren EKG-Kontrollen: Vorderwandspitzeninfarkt mit Übergreifen auf die Hinterwand. Zwischenzeitlich notwendige Applikation einer temporären Herzschrittmachersonde wegen intermittierend auftretender A V-Blockierungen wechselnden Grades. Nach etwa 8wöchiger stationärer Behandlung Entlassung in relativem Wohlbefinden.

Zu Fallbericht Nr. 11

Verdacht auf Abgangsstenose der A.coronaria dextra mit geringer poststenotischer Dilatation. Verdacht auf frischen embolischen Verschluß im distalen Abschnitt der rechten A.coronaria. (Abb. 11a)

Abb. 11a

E K G- und Druckkurvenverlauf vor (Abb. 11b) und nach (Abb.11c) Sondierung der rechten Coronararterie.

Zunächst unauffälliger E K G-und Druckkurvenverlauf. (Abb.11b) Nach Sondierung der rechten Coronararterie und Kontrastmittelapplikation Druckabfall unter 60 mmHg und im E K G in Ableitung II Zeichen eines frischen Infarktes mit hohem concordanten ST-Abgang nach verbreitetem Q R S -Komplex und symmetrisch dazu gelegenem diskordanten ST-Senkungen in Abl. I (Abb.11c)

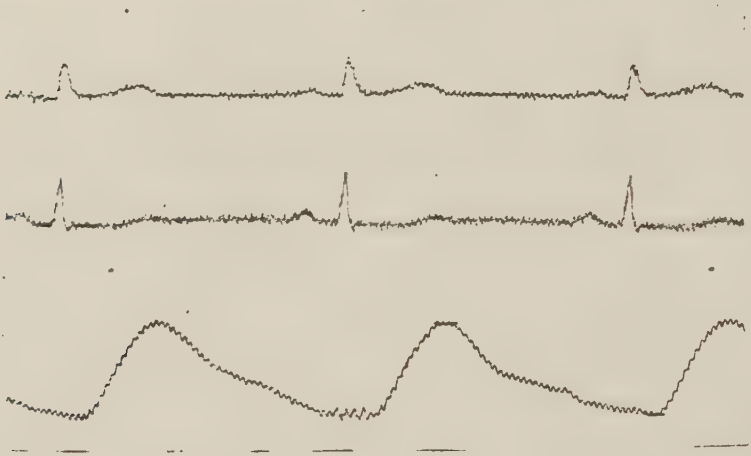

Abb. 11 b

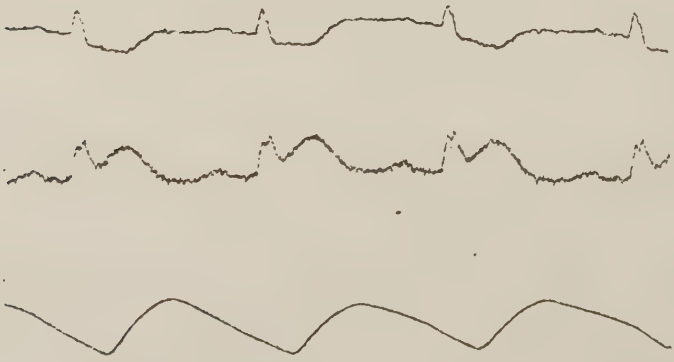

Abb. 11 c

Fallbericht Nr. 12:

Patient K.J., 49 J. ♂ :

Anamnese: Dezember 1970 Vorderwandinfarkt. Seitdem immer wieder auftretende pektanginöse Beschwerden.

Befund: 49jähriger Patient in altersentsprechendem guten A.Z. Keine Zeichen einer cardialen oder pulmonalen Insuffizienz. Im EKG: Sinusrhythmus geringe Erregungsausbreitungs- und Erregungsrückbildungsstörungen. Zeichen eines alten supra-apikalen Vorderwandinfarktes. Im Belastung-EKG keine eindeutigen Zeichen einer Koronarinsuffizienz.

Coronarographie: Minimale atheromatöse Wandveränderungen im Bereich der Septalarterien. Kein Nachweis haemodynamisch wirksamer Stenosen oder Gefäßverschlüsse. Vorzeitiger Abbruch der Untersuchung, da es bei einer wiederholten Katheterisierung der rechten Coronararterie zu einem deutlichen Druckabfall und zu ischämischen Veränderungen im EKG kommt.

EKG-und Druckkurvenbefund: Zunächst bei der Sondierung der linken Coronararterie unauffälliger EKG-und Druck-kurvenverlauf.

Sondierung der rechten Coronararterie: Zunächst hohe Pulsationen in der rechten Coronararterie mit Druck von 115/62,5 mmHg. Im EKG wird in Abl.II ein praeterminales T deutlich. Frequenz 45/min bei Sinusbradycardie AV-Zeit 0,2 sec. Bei Belassen des Katheters im Ostium der rechten Coronararterie kommt es zunächst bei gleichbleibenden Druckverhältnissen zu einer leichten Elevierung von ST in Abl.II. Etwas später plötzlicher Druckabfall, es werden pektanginöse Beschwerden angegeben, die ST-Strecke in Abl.II wird noch mehr gehoben. Sofortige Entfernung der Sonde aus dem Ostium. Zu dieser Zeit Sinusrhythmus mit einer Frequenz von 44/min. Die Untersuchung wird abgebrochen. Da sich größere Stenosierungen, die

einen operativen Eingriff sinnvoll machten, an den Coronargefäßen nicht finden, wird auf das Laevocardiogramm, die Ventrikeldruckkurve wegen des erhöhten Risikos bei schon bestehenden pektanginösen Beschwerden und EKG-Veränderungen verzichtet.

Anschließende mehrfache EKG-Kontrollen wiesen einen frischen Posterolateralinfarkt auf, der auch laborklinisch durch infarktspezifische Enzymkonstellation bestätigt wurde.

Komplikationsloser Verlauf. Bei den abschließenden EKG-Kontrollen keine Zeichen eines abgelaufenen Hinterwandinfarktes, so daß daraus auf eine abgelaufene passagere Ischämiereaktion im Bereich der Hinderwand geschlossen werden konnte.

Zu Fallbericht Nr. 12:

Minimale atheromatöse Wandveränderungen im Bereich der Septalarterien. Kein Nachweis haemodynamisch wirksamer Stenosen oder Gefäßverschlüsse. (Abb. 12a)

Abb. 12 a

E K G-und Druckkurvenverlauf vor (Abb.12b) und nach (Abb.12c) Sondierung der rechten Koronararterie.

Im EKG zunächst praeterminales T in Abl.I und geringe Elevierung von ST in Abl.II. Bei Sondierung des Ostiums der rechten Koronararterie deutliche Abhebung der ST-Strecke in Abl.II.

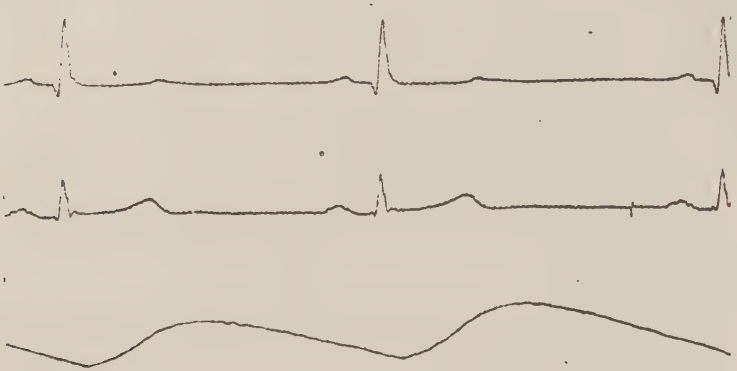

Abb. 12 b

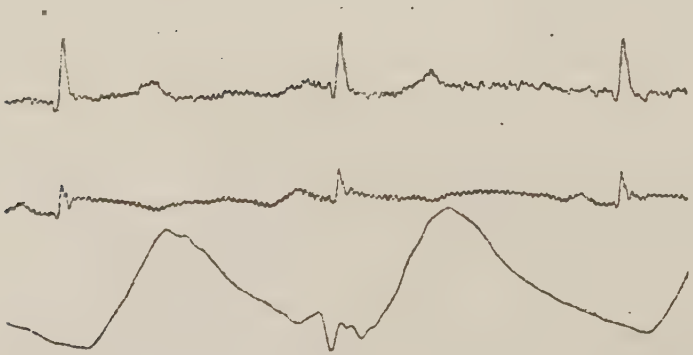

Abb. 12 c

Fallbericht Nr. 13:

Patient K.H., 54 J. ♂ :

Anamnese: Angeblich nie ernsthaft krank gewesen. In den letzten Monaten häufig stenocardische Beschwerden.

Befund: 54jähriger, leicht adipöser Patient in reduziertem A.Z. Keine Zeichen einer cardialen Insuffizienz. Im EKG: Sinusrhythmus, kompletter Rechtsschenkelblock. Ausgeprägte, vorwiegend linksventrikuläre Erregungsrückbildungsstörungen. Im Belastungs-EKG bereits bei einer Belastung von 30 W ausgeprägte ST-Senkung als Ausdruck einer deutlichen coronaren Mangeldurchblutung.

Coronarographie: Allgemeine fortgeschrittene atheromatöse deformierende Wandveränderungen sämtlicher Herzkranzgefäße. Hochgradige segmentale Stenose des R.interventricularis anterior mit poststenotischer Dilatation. Deutliche Kaliberreduktion im proximalen Drittel des R.circumflexus und des R.marginalis links auf der Basis der bestehenden Arteriosklerose. Ca. 8 cm langer Verschluß der rechten Coronararterie mit Überbrückung der Verschlußstrecke über die Kollateralgefäße des R.ventricularis und marginalis dexter, die ebenfalls atheromatöse deformierende Wandveränderungen erkennen lassen. Normales Laevocardiogramm.

EKG- und Druckkurvenverlauf: Zunächst bei der Sondierung der linken Coronararterie unauffälliger EKG- und Druckkurvenverlauf.

Sondierung der rechten Coronararterie: Frequenz 90/min, Kurvenverlauf insgesamt nicht geändert, jedoch bei allen Sondierungsversuchen Druckabfall auf 50 bzw. 30 mmHg, wobei Pulsationen nicht mehr feststellbar sind. Eine Änderung im Kurvenverlauf des EKG ist während der Sondierung und den Sondierungsversuchen nicht festzustellen. Die Kontrastmittelgabe erfolgt semi-

selektiv vom Sinus coronarius aus. Nach Kontrastmittelgabe kommt es zu einer verstärkten ST-Senkung im Abl. I, die jedoch rasch reversibel ist.

Druckkurve im linken Ventrikel:

Nach Kontrastmittelgabe in den linken Ventrikel kommt es wiederum zu starker ST-Senkung in Abl.I, diesmal bis 0,1 mV. Ebenso ist in Abl. II die ST-Strecke stärker gesenkt und übermäßig stark muldenförmig verbogen. Die Frequenz beträgt bei fortbestehendem Sinusrhythmus 105/min. Es werden pektanginöse Beschwerden angegeben. Die AV-Überleitungszeit steigt auf 0,2 sec. Kurz darauf zeigt das EKG wiederum eine plötzliche Drehung der Herzachse nach links im Sinne eines bifaszikulären Blockes bei vorbestehendem Rechtsschenkelblock. Vereinzelt treten Extrasystolen mit kompensatorischer Pause auf. Außerdem wird an 2 Stellen ein AV-Block II^{o} auffällig. Kurz darauf kommt es zu einer supraventrikulären Tachykardie mit einer Frequenz von 175/min. Nach einer Extrasystole mit kompensatorischer Pause stellt sich wieder ein Sinusrhythmus ein. Wenig später ist der bifaszikuläre Block fast alternierend mit einer nach oben und einer nach unten gerichteten Kammerhauptschwankung in Abl.II. Es werden pektanginöse Beschwerden angegeben. Wegen der sich häufenden EKG-Veränderungen, ohne daß bisher ein eigentlicher Infarkt nachweisbar geworden wäre, wird die Untersuchung unter schneller Durchführung der Druckrückzugskurve beendet. Der Enddiastolische Druck im linken Ventrikel ist mit 30 mmHg deutlich erhöht.

Weiterer Verlauf:

Wenige Stunden nach der Koronarographie Nachweis eines Vorderwandinfarktes. Zusätzlich embolischer Verschluß der rechten A.femoralis, der durch Embolektomie in Lokalanästesie behoben werden konnte. 3 Tage nach der Koronarographie Auftreten von Kammerflimmerflattern, das trotz sofort einsetzender Reanimationsmaßnahmen nicht beherrscht werden konnte und schließlich Exitus letalis unter den

Zeichen des Herzversagens.

Obduktion: Todesursache: Herzversagen, Herzinfarkt.
Hauptleiden: Arteriosklerose, Coronarsklerose, Aortenskleratheromatose.
Nebenleiden: Niereninfarkt, Dissezierendes Aneurysma der rechten A.iliaca communis. Diffuse Verfettung der Leber.

Zu Fallbericht Nr. 13:

Allgemeine fortgeschrittene atheromatöse deformierende Wandveränderungen sämtlicher Herzkranzgefäße. Hochgradige segmentale Stenose des R.interventricularis anterior ca. 2 cm distalwärts des Ostiums mit poststenotischer Dilatation. Der R.circumflexus sowie die A.marginalis zeigen ebenfalls ca. 2 cm distalwärts vom Ostium hochgradige Kaliberreduktionen.
(Abb. 13a und 13b)

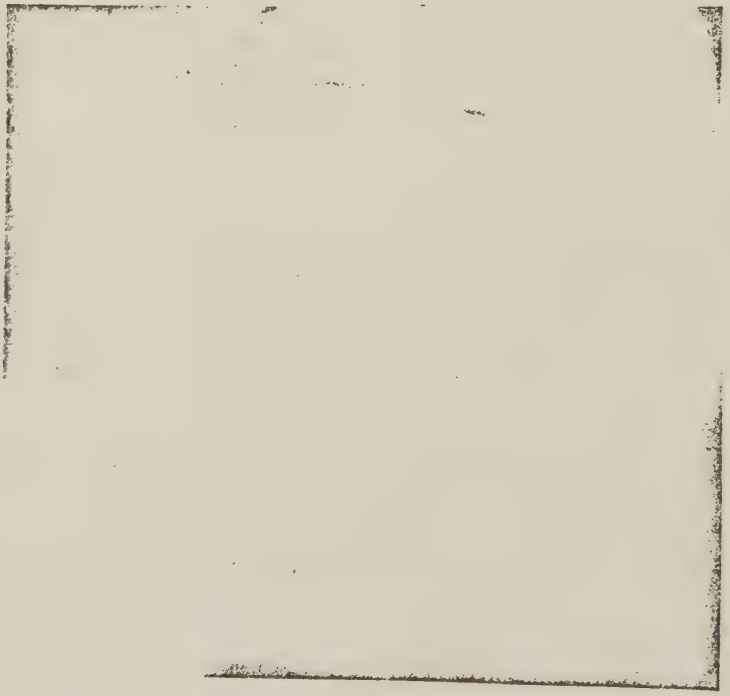

Abb. 13 a

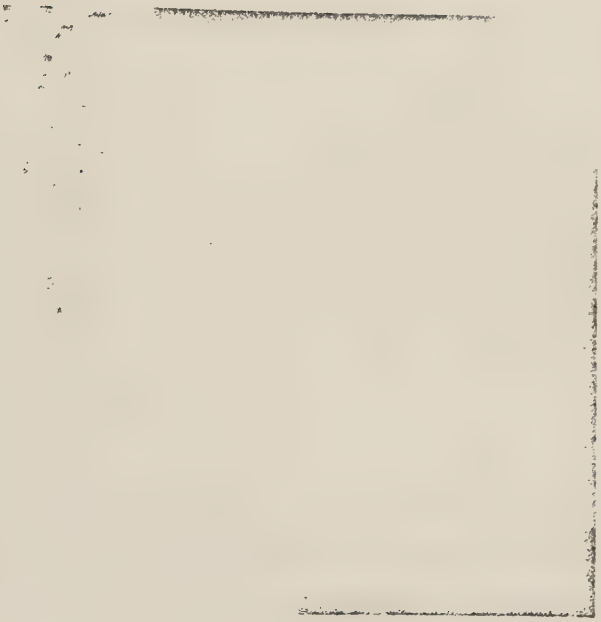

Abb. 13 b

Etwa 1 cm distalwärts vom Ostium beginnender 8 cm langer Verschluß der rechten Coronararterie mit Überbrückung der Verschlußstrecke über Kollateralgefäße. (Abb. 13c)

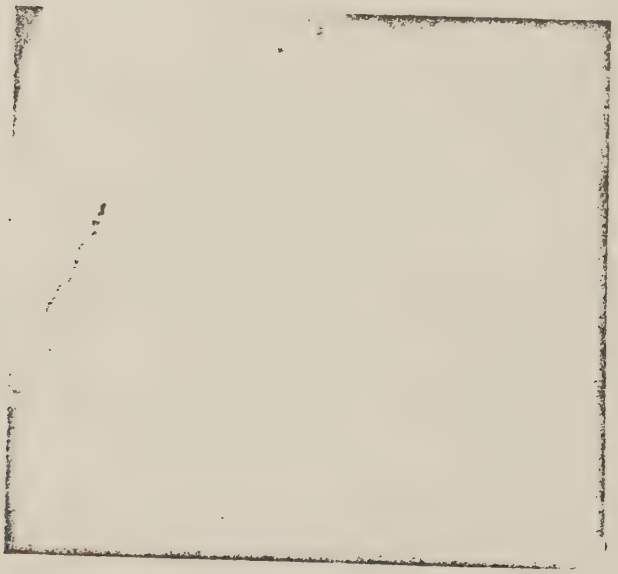

Abb. 13 c

Unter Berücksichtigung der Tatsache, daß die Koronarographie eine agressive diagnostische Maßnahme darstellt und das Patientengut sich zum großen Teil aus cardial Vorgeschädigten, die sicher eine höhere Spontanrisikorate aufweisen, zusammensetzt, ist die Gesamtkomplikationsrate dieser Untersuchung nicht als überhöht, sondern dem diagnostischen Aussagewert angepaßt anzusehen. Statistiken aus 25 überwiegend europäischen Zentren, die insgesamt fast 4.700 Koronarangiographien (je zur Hälfte mittels der Sones - und Judkins-Technik) durchgeführt haben, weisen eine Letalitätsrate von 0,6 % und eine Gesamtkomplikationsrate von 2,8 % aus (55), wobei die mit der Sones-Technik Untersuchten eine Letalitätsquote von 0,17 % gegenüber den mit der Judkins-Technik Untersuchten von 1,04 % hatten. Noch stärkere Abweichungen ergaben sich bei der Herzinfarkthäufigkeit (nach Sones-Technik 0,04 % und nach Judkins-Technik 1,6 %). Komplikationen im Bereich des arteriellen Zuganges traten dagegen bei der Sones-Technik häufiger auf. (43) Von besonderem Interesse sind die Erfahrungen von Sones, der mit seinem Team in Cleveland bis heute weit über 20.000 Untersuchungen durchgeführt hat und in dessen Labor die Letalität bei 0,5 °/oo liegt, wobei die Mehrzahl der Todesfälle noch in der Zeit vor Einführung der elektrischen Defibrillation und der extrathorakalen Herzmassage zurückzuführen ist (53).

VIII. Zusammenfassung

Es wird anfänglich ein geschichtlicher Überblick über die methodische Entwicklung der Koronarangiographie gegeben. Die ersten intravitalen Röntgenkontrastdarstellung der Koronararterien im Rahmen der Übersichtskoronarographie wurden im Jahre 1933 durch ROUSTHÖI sowie durch REBOUL und RACINE und im Jahre 1936 durch NUVOLI an Tieren durchgeführt. 1945 erhielt RADNER das erste Koronarangiogramm beim Menschen, im Jahre 1948 gelangen MENESES-HOYOS und GOMEZ DEL CAMPO ebenfalls Kontrastdarstellungen der Koronararterien beim Menschen. HELMSWORTH verwendete 1950 als erster einen Katheter, der über die A.carotis eingeführt wurde, zum Zwecke der Kontrastmittelapplikation sowohl im Tierversuch als auch beim Menschen. Im Jahre 1959 beschrieben ARNULF und BUFFARD die Koronarangiographie nach induziertem Herzstillstand mittels Azetylcholin, die zunächst in umfangreichen Tierversuchen erprobt, dann auch beim Menschen mit Erfolg und ohne wesentliche Komplikationen Anwendung fand. Nahezu gleichzeitig führten DOTTER, FRISCHE et al. Untersuchungen über die Koronarangiographie unter acetylcholin-induziertem Herzstillstand und gleichzeitiger Aortenblockade mittels eines Ballonkatheters durch.

Eine Verbesserung der Röntgenkontrastdarstellung der Koronararterien bedeutete das Verfahren der Semi-selektiven Koronarangiographie mit Spezialkathetern, die 1960 von BELLMAN et al., 1962 von PAULIN und 1964 von HETTLER eingeführt wurden.

Der entscheidende Fortschritt in der Technik der Koronarographie gelang aber erst durch die Methode der selektiven Darstellung der Koronarien, bei der die Koronarostien sondiert und Kontrastmittel selektiv injiziert werden konnte. Dabei haben sich die 1959 von SONES et al. und die 1967 von JUDKINS entwik-

kelten Methoden der selektiven Koronarangiographie durchgesetzt.

Die Indikationen zur Durchführung einer Koronarographie bestehen vordringlich in der Diagnostik der Koronarinsuffizienz, der Beurteilung einer klinisch bekannten Koronarsklerose sowie der Beurteilung der Möglichkeiten und Aussichten eines koronarchirurgischen Eingriffes. Kontraindikationen stellen neben den allgemein bei Katheter- und Kontrastmitteluntersuchungen bekannten, der frische Myocardinfarkt insbesondere bei noch bestehenden cardialen Insuffizienzzeichen, ausgedehnte allgemeine Gefäßsklerose, Alter über 65 Jahre, schwere Herzrhytmusstörungen, therapierefraktäre maligne Hypertonie oder Diabetes mellitus und inkurable Allgemeinerkrankungen dar.

Der Informationswert der Koronarangiographie besteht vor allen Dingen in der intravitalen Darstellung der Koronargefäße in allen Stadien der koronaren Herzkrankheit. Es können somit Aussagen über Lokalisation, Schweregrad und Ausdehnung der Koronarsklerose gemacht werden. Im Folgenden werden dann eigene Untersuchungsergebnisse mit Anamnese, klinischen und koronarangiographischen Befunden dargelegt. Zusätzlich wird die Bedeutung der im Anschluß an jede Koronarographie durchzuführende Laevocardiographie betont, da sie neben der linksventrikulären Druckmessung eine Beurteilung von Größe, Form, Lage, Wanddicke und Kontraktionsablauf des linken Ventrikels ermöglicht.

Aufgrund der verbesserten Diagnostik der Koronarerkrankungen durch die Koronarographie, ergibt sich auch die Möglichkeit, diese Erkrankung gezielt chirurgisch anzugehen. Dabei kommen praktisch 2 Methoden der chirurgischen Behandlung in Betracht, nämlich einmal die sog. Vineberg'sche Operation bei Langstrek-

kenverschlüssen an den Koronargefäßen und die direkte Rekonstruktion der Herzkranzgefäße, insbesondere der Aorto-coronare Bypass bei ostiennahen Kurzstreckenverschlüssen. Es werden zusätzlich im einzelnen noch die Indikationen und Kontraindikationen beider Operationsverfahren aufgeführt.

Die Koronarographie stellt eine aggressive diagnostische Maßnahme dar. Neben den allgemeinen Risiken einer jeden Katheteruntersuchung müssen als speziell bei der Koronarographie auftauchende Komplikationen, Verletzungen der Aortenklappen, Ventrikelperforationen und Okklusion eines Koronarostiums erwähnt werden. Daneben stellen eine Asystolie, Kammerflimmern, der akute Myocardinfarkt, der cardiogene Schock und Herzversagen weitere mit einer nicht unerheblichen Mortalitätsrate belastete Zwischenfälle dar; es werden dazu gleichfalls Erfahrungen aus eigenen Untersuchungen mit Epikrise dargelegt.

Unter der Voraussetzung der entsprechenden apparativen Ausstattung und der Vertrautheit mit den angiographischen Untersuchungsmethoden sowie der Möglichkeit auftretende Komplikationen sofort wirksam therapeutisch anzugehen, ist die Koronarangiographie auch in ein Krankenhaus mittlerer Größenordnung als wichtige diagnostische Maßnahme zu integrieren.

Literaturverzeichnis

(1) AMON, H.: Untersuchung an 100 Coronarsklerotikerherzen über Lokalisation und Ausprägung der sklerotischen Arterienveränderungen. Verhdlg. Dtsch.Ges.Pathol.41. Tagung (1957)

(2) ARNULF, G. und BUFFARD, P.: Die Arteriographie der Koronarien mittels Azetylcholin Fortschr.Röntgenstr.92 (1960): 115-129

(3) BACHMANN, K.: Koronare Herzkrankheit: Diagnostik und Therapie Fortschr.Med. 87 (1969): 959-963

(4) BACHMANN, K., ZÖLCH, K.A. und DITTRICH, H.: Koronarangiographie beim infarktgefährdeten Herzen Fortschr.Med. 88, Nr. 3 (1970): 89-92

(5) BACHMANN, K.: (1972) persönliche Mitteilung

(6) BAROLDI, G. und SCOMAZZONI, G.: Coronarsklerose und Myocardschäden Verhdlg.Dtsch.Ges.Pathol. 41. Tagung (1957)

(7) BILGUTAY, A.M. und LILLEHEI, C.W.: Single and double contrast coronary arteriography. Utilizing acetylcholin asystole with controlled return of heart rate using a cardiac pacemaker J.Thorax Cardio-v.Surg. 44 (1962):617

(8) BILGUTAY, A.M., GANNON, P., STERNS, L.R., FERLIC, R. und LILLEHEI, C.W.: Coronary arteriography. New method under induced hypotension by pacing. Experimental and clinical application. Arch.Surg.89 (1964): 899-904

(9) BLÜMCHEN, G. und BASSENGE, E.: Koronarangiographie
Med.Klinik, 59, Nr. 6 (1964): 201-205

(10) BOEREMA, J. und BLICKMAN, R.: Reduced intrathoracic circulation as an aid in angiocardiography, an experimental study.
J.thorac.Surg. 30 (1955): 129-142

(11) BRUSCHKE, A.V.G., COSENTINO, J.J.A., van HERPEN, G. und LUDWIG, J.W.: Koronarographie, die Stunde der Wahrheit?
Dtsch.Med.Journal. J.19, H.21 (1968): 748-753

(12) CONTI, C.R. und ROSS, R.S.: The risks of cardiac catheterization
Amer.Heart J., 78 (1969): 289-291

(13) CRAMER, K., PAULIN, S. and WERKÖ, L.: Coronary Angiographic, Findings in Correlation with Age, Body Weight, Blood Pressure, Serum Lipids and Smoking Habits
Circulation 33 (1966): 888-900

(14) DOTTER, C.T. und FRISCHE, L.H.: zit. nach: Düx, A. et al.
Zur Koronarographie
Fortschr.Röntgenstr. 95 (1961): 1-23, Radiology 71 (1958: 502

(15) DOTTER, C.T., FRISCHE, L.H., HOSKINSON, W.S., KAWASHIMA, E. and PHILLIPS, R.W.: Coronary Arteriography During Induced Cardiac Arrest and Aortic Occlusion
Arch.of internal medicine 104 (1959): 58/720 - 67/729

(16) DOTTER, C.T. und FRISCHE, L.H.: An approach to coronary arteriography
in: Angiography, hrsg. v. Abrams, H.L. Vol. I. Little, Brown u. Co. Boston 1961

(17) DÜX, A., HILGER, H.H., SCHAEDE, A. und THURN, P.: Zur Koronarographie - Koronararterienbefunde im selektiven Aorto- u. Laevocardiogramm bei angeborenen u. erworbenen Herzfehlern
Fortsch.Röntgenstr. 95 (1961): 1-23

(18) DÜX, A., HASPER, M., HILGER, H.H., SCHAEDE, A. und THURN, P.: Die Koronarsklerose im intravitalen Koronarogramm
Fortschr.Röntgenstr. 100 (1964): 9-30

(19) DÜX,A.: Die intravitale Koronarographie: Methode, Indikationen und Ergebnisse
Röntgenblätter 19, (1966): 1-12

(20) DÜX, A.: Koronarographie: Methodik, Indikation und Ergebnisse
Thieme Verlag, Stuttgart 1967

(21) DÜX, A. und SCHAEDE, A.: Koronarographische Befunde vor und nach oraler Langzeitbehandlung mit Koronarspezifischen Pharmaka beim Menschen
D.M.W. 94, Nr. 26 (1969): 1349-1352

(22) DÜX, A.: Die intravitale Koronarangiographie unter chirurgischen Aspekten
Zentralblatt f.Chirurgie, 33 (1969): 1094-1096

(23) GENSINI, G.G., DI GIORGI, S. und BLACK, A.: New approaches to coronary arteriography
Angiology 12 (1961): 223

(24) GOTTLOB, R. und KLAUSBERGER, E.M.: Die Anwendung der koronaren Angiokinematographie zum Nachweis der Wirksamkeit verschiedener Pharmaka auf die Herzkranzgefäße
Z.Kreisl.Forsch.49 (1960): 1074-1080

(25) GREMMEL, H.: Coronarographie mittels gleichzeitiger Kontrastmittelinjektion durch zwei Katheter
Fortschr.Röntgenstr. 102 (1965): 131-134

(26) DI GUGLIELMO, L. und GUTTADAURO, M.: A Roentgenologic Study of the Coronary Arteries in the Living
Acta radiol.Suppl. 97 (1952)

(27) DI GUGLIELMO, L., MONTEMARTINI, C., SCHIFINO, A., BALDRIGHI, V., CONCOURDE, F. und MARCHESI, A.: Studio angiografico delle modeficazioni indotte dal intito diamile sulla circolazione coronarica
Minerva med. (Torino) 51 (1960): 2131-2134

(28) HAAS, J.M., PETERSON, C.R. and JONES, R.C.: Subintimal Dissection of the Coronary Arteries.
A Complication of Selective Coronary Arteriography and the transfemoral Percutaneus Approach.
Circulation, 38 (1968): 678-683

(29) HAENNI, B., BOPP, P., TODOROV, A., STEINMANN, J.M. et BUSCAT, P.: Coronarographie sélective par ponction percutanée de l'artère fémorale
Schweiz.med.Wschr.100, Nr. 50 (1970): 2181-2183

(30) HEGEMANN, G., BACHMANN, K. und DITTRICH, H.: Die Revaskularisation des Myocards bei koronarer Herzkrankheit
Zentralblatt f.Chirurgie, 33 (1969): 1094-1096

(31) HEGEMANN, G.: Die operative Therapie der Herzkranzgefäß-Sklerose
Fortschr.Med. 88, Nr. 3 (1970): 85-88

(32) HEGEMANN, G. und Die Indikation zur Koronarchirurgie

VON DER EMDE, J.: DMW 32, J.98 (1973: 15o6-15o8

(33) HETTLER, M.G.: Die Funktionsanalytische Angiographie der Aorta und der peripheren Arterien
Therapiewoche (Karlsruhe) 13 (1963): 912-914

(34) HETTLER, M.G.: Die Darstellung der Herzkranzgefäße am lebenden Menschen. Grundlagen, Methodik und Ergebnisse,
Habilitationsschrift, Marburg 1964

(35) HELMSWORTH, J.A., MC GUIRE, J. und FELSON, B.: Arteriography of aorta and its branches by means of polyethylene Catheter
Am.J.Roentgenol.64 (1950): 196

(36) HELMSWORTH, J.A., MC GUIRE, J., FELSON, B. und SCOTT, R.C.: Visualization of the Coronary Arteries during Life
Circulation, III (1951): 282-288

(37) JÖNSSON, G.: Visualization of coronary arteries
Acta radiol. 29 (1948): 536

(38) JÖNSSON, G. und HELLSTRÖM, L.: Roentgenographic Demonstration of the Coronary Arteries
Acta radiol. 53 (1960): 273-278

(39) JUDKINS, M.P.: Selective Coronary Arteriography
Part. I: A Percutaneoús Transfemoral Technic
Radiology 89 (1967): 815-824

(40) JUDKINS, M.P.: Percutaneoús Transfemoral Selective Coronary Arteriography
Radiologic Clinics of North Amerika
VI, No. 3 (1968): 467-492

(41) KALTENBACH, M.: Die Bedeutung der koronaren Angiographie für die Diagnose der Koronarinsuffizienz
Med.Klin.64, Nr. 16 (1969): 725-728

(42) KALTENBACH, M.: Indikationen und Ergebnisse der selektiven Koronarangiographie
DMW 95, Nr. 2 (1970): 81

(43) KALTENBÄCH, M. und BECKER, H.-J.: Die selektive Koronarangiographie Methode, Ergebnisse, therapeutische Konsequenzen
Deutsches Ärzteblatt, 71 (1974): 137-148

(44) KIEFER, H.: Koronarangiographie
Med.Klin. 66 (1971): 145-155

(45) KLINNER, W.: Herzchirurgie - Herzzentren heute in Deutschland
Fortschr.Med. 88, Nr. 3 (1970): 83-84

(46) KOHLHARDT, M., MÜLLER-MARIENBURG, H., VITA, G. und ZEITLER, E.: Koinzidenzprüfung zwischen Koronarographie und pathologisch-anatomischen Befunden
Fortschr.Röntgenstr. 98 (1963): 399-408

(47) KOKKALIS, P., PORSTMANN, W. und SCHILLER, U.: Koronarographische Darstellung der Kollateralbahnen nach experimenteller Okklusion eines Hauptcoronarastes
Fortschr.Röntgenstr. 95 (1961): 145-154

(48) LEMMON, W.M., LEHMANN, J.S. and BOYER, R.A.: Suprasternal Transaortic Coronary Arteriography
Circulation 19, (1959): 47-54

(49) LICHTLEN, P.: Zur Indikation der selektiven Coronarographie
Schweiz.med.Wschr. 97 (1967): 195-206

(50) LICHTLEN, P. und SCHAD, N.: Zur selektiven Koronarangiographie - Indikation und Frühresultate
Ärztl.Fortbildung 15 (1967): T.1, 59-64

(51) LICHTLEN, P. und SCHAD, N.: Klinische Korrelation zur selektiven Coronarographie
Helv.med.Acta 34 Suppl. 47 (1967): 130-131

(52) LICHTLEN, P., BAUMANN, P.C. und PRETER, B.: Zur selektiven Koronarographie. Klinisch-angiographische Analyse anhand von 250 Patienten
Arch.Kreisl.Forsch.59 (1969): 287-324

(53) LICHTLEN, P.: Wert und Aussagekraft der selektiven Koronarographie
Schweiz.med.Wschr. 100, Nr. 20 (1970): 847-853

(54) LICHTLEN, P.: Korrelation zwischen Klinik und selektiver Koronarographie bei der Angina pectoris. Indikation zur Koronarographie
Therapeut.Umschau 27 (1970):145-151

(55) LICHTLEN, P.: Stellung der Koronarographie.
Rhein.-westf.Gesellschaft für Innere Medizin, 119. Tagung (1972)

(56) LOWMAN, R.M. and BLOOR, C.M.: Experimental Coronary Arteriography III. Injuries Associated with selektive Coronary Arteriography
Radiology 85 (1965): 645-650

(57) MEIER, W. und SENNING, A.: Die Chirurgie der koronaren Durchblutungsstörungen
Med.Klin.64, Nr. 16 (1969):732-735

(58) MEIER, W. und SENNING, A.: Zur chirurgischen Therapie der koronaren Durchblutungsstörungen
Schweiz.med.Wschr.100, Nr. 20 (1970): 853-855

(59) MENESES-HOYOS, J.and GOMEZ DEL CAMPO,G.: Angiography of the Thoracic Aorta an Coronary Vessels.
Radiology, 50 (1948): 211-213

(60) NAGER, F.: Konservative Therapie der Angina pectoris
Schweiz.med.Wschr.100, Nr. 20 (1970): 855-857

(61) NORDENSTRÖM, B.: Contrast examination of the cardiovascular system during increased intrabronchial pressure
Acta radiol.Suppl.200 (1960)

(62) NORDENSTRÖM, B., OVENFORS, C.O. and TÖRNELL, G.: Coronary Angiography in 100 Cases of Ischemic Heart Disease
Radiology 78 (1962): 714-724

(63) NUVOLI, J.: Arteriografia dell'aorta thoracica mediante punctura dell'aorta ascendente o del ventriculos
Policlinico 43 (1936): 227-231

(64) PAULIN, S., FORSBERG, S.A.und VARNANSKAS, E.: Koronare Angiographie
X.internat.Kongr.f.Radiologie
Montreal (1962)

(65) PAULIN, S.: Coronary angiography, A technical anatomic and clinical study
Acta radiol.Suppl. 233 (1964)

(66) PIWNICA, H.: Revaskularisierung des Myocard

Zentralblatt f.Chirurgie, 33 (1969): 1094-1096

(67) PORSTMANN, W. und KOKKALIS, P.: Zur Problematik der Koronarographie Untersuchungen an Hunden mit Mammaria-Koronaria-Anastomosen Fortschr.Röntgenstr. 91 (1959): 690-700

(68) PORSTMANN, W. und IWIG, J.: Die intramurale Koronarie im Angiogramm Fortschr.Röntgenstr. 92 (1960): 129-133

(69) PORSTMANN, W.: Kammerflimmern durch Röntgenkontrastmittel (Tierexperimentelle Studie zur Kardiotoxizität Fortschr.Röntgenstr. 102 (1965):36-42

(70) PROUDFITT, W.L., SHIREY, E.K. and SONES, jr. F.M.: Selective Cine Coronary Arteriography: Correlation with Clinical Findings in 1000 Patients Circulation 33 (1966): 888-900

(71) PUFF, A.: Die Abhängigkeit der Koronardurchblutung vom Herzzyklus Arch.Kreisl.Forsch.47 (1965): 137-151

(72) RADNER, S.: An Attempt at the Roentgenologic Visualization of Coronary Blood Vessels in Man Acta radiol.26 (1945): 497-502

(73) REBOUL, H. et RACINE, M.: La ventriculographie cardiaque experimentale Presse med. I (1933): 763-767

(74) RICHARDS, L.S. and Phasic dye injection controlsystem

THAL, A.P.: for coronary arteriography in human Surg.gynec.a Obst.107 (1958): 739-743

(75) RICKETTS, H.J. and ABRAMS, H.L.: Percutaneous selective coronary cine-arteriography J.Amer.Med.Ass.181 (1962): 620-624

(76) ROUSTHÖI, P.: Über Angiokardiographie - Vorläufige Mitteilung - Acta radiol.14 (1933): 419-423

(77) RUDOLPH, W.: Diagnostische Maßnahmen bei koronaren Herzerkrankungen Zentralblatt f.Chirurgie, 33 (1969): 1094-1096

(78) SCHOENMACKERS, J.: Atlas postmortaler Angiogramme Thieme Verlag, Stuttgart (1954)

(79) SCHOENMACKERS, J.: Die Angiomorphologie der Koronarogramme Morpholog.Grundlagen, Grenzen der Darstellung und Deutung Fortschr.Röntgenstr. 102 (1965): 349-368

(80) SCHAEDE, A.: Comparison between Coronary Arteriographic and Elektrocardiographic Findings in Angina pectoris Ztschr.Kreisl.Forsch. 53 (1964): 1209 aus Circulation 33 (1966): 982-983 (Abstracts)

(81) SELDINGER, S.J.: Catheter Replacement of the Needle in Percutaneous Arteriography. A new technique Acta radiol.39 (1953): 368-376

(82) SENNING, A.: Chirurgische Maßnahmen bei Koronarinsuffizienz

Zentralblatt f.Chirurgie, 33 (1969): 1094-1096

(83) SONES, R.M. jr., SHIREY, E.K., PROUDFITT, W.L. and WESTCOTT, R.N.: Cine-Coronary Arteriography Circulation 20 (1959): 773-774

(84) SONES, F.M., jr.and SHIREY, E.K.: Cine-Coronary Arteriography Mod.Concepts Cardiovasc. Dis.31, Nr. 7 (1962): 735-738

(85) STELTER, W.J.: Mitteilung med.Welt Report Med.Welt 24, Heft 1 (1973): (3)

(86) TEMPLETON, A.W.: Coronary Angiography During Acetylcholine - Induced Cardiac Arrest in the Dog. Radiology 85 (1965): 787

(87) THURN, P., DÜX, A. und HILGER, H.H.: Zur Physiologie und Morphologie des Koronarkreislaufes im Koronarogramm Fortschr.Röntgenstr. 98 (1963): 382-398

(88) THURN, P. und DÜX, A.: Zur Methodik der Koronarographie Röntgenblätter 16 (1963): 97-116

(89) TSCHIRDEWAHN, B.: Internistische Diagnostik und Therapie der Koronarinsuffizienz Med.Klin.64, Nr. 16 (1969): 729-732

(90) TSCHIRDEWAHN, B.: Hämodynamische Auswirkungen der Koronarinsuffizienz Fortschr.Med.88, Nr. 3 (1970): 93-96

(91) VENERE, G., GRANDE, A., TETTONI, E., SANNA, O. und ROSSITO, G.: Su di una nuova metodica sperimentale di arteriografica coronarica Minerva cardioangiol. (Torino) 12 (1964): 139-150

(92) VINEBERG, A.M.: Development of an anastomosis between the coronary vessels and a transplanted internal mammary artery Canad.med.Ass., 55 (1946): 117

(93) WEIDNER, W., MAC ALPIN, R., HANNAFEE, W. and KATTUS, A.: Percutaneous Transaxillary Selective Coronary Angiography Radiology 85 (1965): 652-657

(94) WILLIAMS, J.A., LIIMANN, D., HALL, J.H., BELLMAN, S., LAMBERT, P.B. and FRANK, H.A.: Coronary arteriography, II.Clinical experiences with loop-end catheter New England J.Med. 262 (1960): 328-332

(95) ZEITLER, E., HALMAGYI, M., RICHTER, G. und WERNITSCH, W.: Experimentelle Coronarographie an Schweinen zum Studium der Kollateralgefäße nach Persantin-medikation und Coronarverschluß Beiheft Fortschr.Röntgenstr. Teil A: Dtsch.Röntgenkongreß 1966, 47.Tagung, 122-127

(96) ZIMMERMANN, H.und KLAUS, H.: Arteriographischer Nachweis der Wirkung von Durchblutungsfördernden Substanzen an den Koronargefäßen Fortschr.Röntgenstr. 93 (1960): 746-752

(97) 16. Baden-Badener Herbsttagung Badeärztl.Verein (1972)

Für die Überlassung des Themas und die freundliche Unterstützung bei der Abfassung der Arbeit möchte ich Herrn Professor Dr.R. Schober meinen aufrichtigen Dank aussprechen.

Lebenslauf

Am 22. Februar 1942 wurde ich als Sohn des Zahnarztes Franz Ende und seiner Ehefrau Irmgard geb. Altmann in Trautenau/ Sudeten geboren. Nach dem Tode meines Vaters heiratete meine Mutter später meinen Adoptivvater, den Kaufmann Karl Styra.

Von September 1949 bis März 1953 besuchte ich die Volksschule und danach das Gymnasium Paulinum in Münster/Westf. Ab 1955 erfolgte wegen Umzuges nach Düsseldorf die weitere Schulausbildung am dortigen Städtischen Humboldt Gymnasium, an dem ich im März 1962 das Abitur bestand.
Das Studium der Medizin begann ich an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms Universität in Bonn. Im Wintersemester 1965/66 studierte ich ein Semester an der Universität Innsbruck. Im Sommersemester 1966 kehrte ich an die Universität Bonn zurück und legte hier am 10.Juli 1968 die ärztliche Prüfung ab.
Nach Beendigung der Medizinalassistenzzeit begann ich am 1. Januar 1970 mit der Facharztweiterbildung für Innere Medizin am Städtischen Krankenhaus Siegburg.